



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2002 Patentblatt 2002/01

(51) Int Cl.7: **F02D 41/22**

(21) Anmeldenummer: **01110524.4**

(22) Anmeldetag: **28.04.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Joos, Klaus**
74399 Walheim (DE)
• **Kroepke, Klaus**
71636 Ludwigsburg (DE)
• **Grass, Gerd**
71701 Schwieberdingen (DE)
• **Weiss, Ruediger**
71159 Moetzingen (DE)

(30) Priorität: **20.06.2000 DE 10030247**

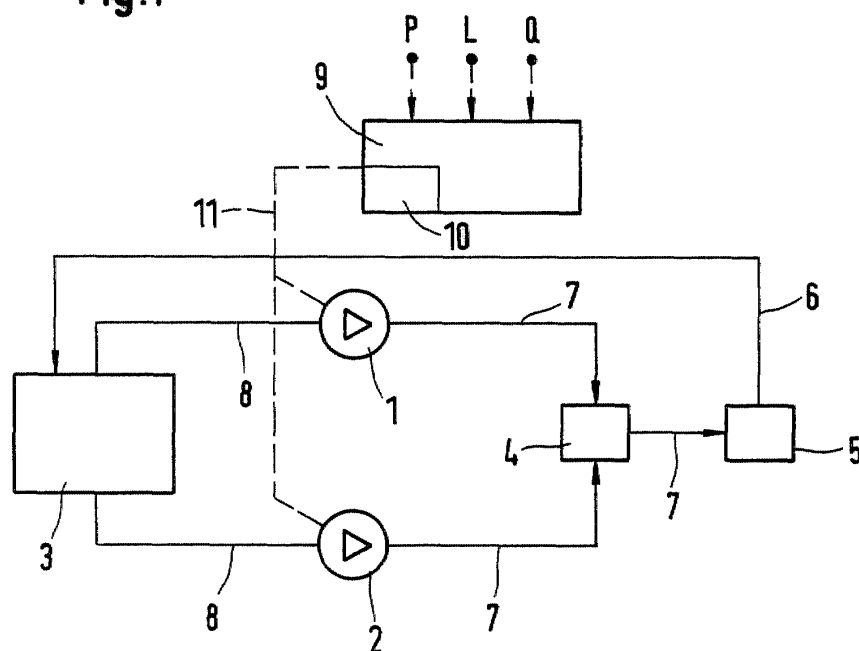
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren zur Erkennung der Pumpenfunktion bei Fahrzeugen mit wenigstens zwei elektrischen Kraftstoffpumpen**

(57) Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Erkennung der Pumpenfunktion bei Fahrzeugen mit wenigstens zwei elektrischen Kraftstoffpumpen vorgeschlagen. Dazu werden insbesondere im Teillastbetrieb die einzelnen Kraftstoffpumpen (1,2) wechselweise betrieben und bei einem oder mehreren Betriebspunkten des Verbrennungsmotors die Förderleistung der einzel-

nen Pumpen bestimmt. Die Förderleistung wird vorzugsweise mit Hilfe des Lambda-Signals einer Lambda Regelung bestimmt, da die Lambda- Sonde eine zu geringe Förderleistung an einer Abmagerung des Kraftstoff- Luftgemisches sofort erkennt. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass sie ohne größeren Hardwareaufwand mit einfachen Mitteln realisierbar ist.

Fig.1



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Erkennung der Pumpenfunktion bei Kraftfahrzeugen mit wenigstens zwei elektrischen Kraftstoffpumpen nach der Gattung des Hauptanspruchs. Häufig werden bei Kraftfahrzeugen insbesondere mit einem hohen Kraftstoffbedarf zwei oder mehr elektrische Kraftstoffpumpen eingesetzt, um die für jedes Lastmoment erforderliche Kraftstoffmenge dem Verbrennungsmotor zuführen zu können. Fällt eine der Kraftstoffpumpen aus, dann kann in der Regel der Verbrennungsmotor noch im Teillastbereich betrieben werden, nicht jedoch bei Volllast. Wird dennoch vom Verbrennungsmotor Volllast abverlangt, dann kann es als Folge einer ausgefallenen Kraftstoffpumpe zu einer Druckabsenkung in der Kraftstoffversorgung kommen. Dies hat zu Folge, dass der Verbrennungsmotor mit einem mageren Gemisch läuft als es vom Sollwert her vorgesehen ist. Da durch diese Ausmagerung insbesondere im Abgasstrang die Abgasstemperatur steigt, kann es somit zu unerwünschten Temperaturerhöhungen kommen, die beispielsweise Bauteile wie den Abgaskrümmen, Katalysator oder den Verbrennungsmotor selbst schädigen können. Da die Druckabsenkung auch zu Verbrennungsaussetzern des Verbrennungsmotors führen kann, reagiert das unverbrannte Gemisch im Katalysator und kann diesen ebenfalls dauerhaft wegen thermischer Überlastung schädigen.

Vorteile der Erfindung

[0002] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erkennung der Pumpenfunktion bei Fahrzeugen mit wenigstens zwei elektrischen Kraftstoffpumpen mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat dem gegenüber den Vorteil, dass ohne großen Mehraufwand durch einfaches Umschalten der Kraftstoffpumpen und gleichzeitiges Beobachten deren Förderleistung eine fehlerhafte Kraftstoffpumpe erkannt werden kann. Als besonders vorteilhaft wird angesehen, dass dadurch Maßnahmen ergriffen werden können, die teure Folgeschäden am Verbrennungsmotor und dessen Aggregaten rechtzeitig vermeiden.

[0003] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich. Besonders vorteilhaft ist, die Förderleistung der aktiv geschalteten Kraftstoffpumpe aus dem Signal der Lambda-Regelung abzuleiten. Denn bei Reduzierung der Förderleistung des Kraftstoffes, d.h. bei einer defekten Kraftstoffpumpe bewirkt das Steuergerät durch die Lambda-Regelung eine Verlängerung der Einspritzzeit, um das erforderliche Luft-Kraftstoffgemisch (Lambda-Verhältnis) einzustellen. Dadurch kann auf einfache Weise festgestellt werden,

ob eine Kraftstoffpumpe ihre vorgesehene Förderleistung bringt oder zu wenig Kraftstoff fördert, weil sie fehlerhaft ist.

[0004] Als günstig wird auch angesehen, die Förderleistung über eine Bilanz aus der dem Verbrennungsmotor zugeführten Kraftstoffmenge bzw. der vom Verbrennungsmotor abgenommenen Kraftstoffmenge zu bestimmen. Dies ist mit einfachen Mitteln beispielsweise über eine Modellrechnung möglich, bei der die zugeführte Kraftstoffmenge des Systems Kraftstoffpumpe, Druckregler und Saugstrahlpumpe ermittelt wird und mit der vom Verbrennungsmotor abgenommenen Kraftstoffmenge aus der Einspritzzeit, Drehzahl und gemessenem Lambdawert verglichen.

[0005] Unterscheiden sich bei gleichartigen Kraftstoffpumpen die Fördermengen bzw. die Förderleistungen über einen vorgegebenen Differenzschwellwert hinaus, dann ist dies ein Indiz für eine nicht funktionierende Kraftstoffpumpe. In diesem Fall wird vorteilhaft ein Warnsignal ausgegeben und/oder der Verbrennungsmotor in seiner Leistung begrenzt, um Schaden wegen Überhitzung abzuwenden.

[0006] Ein vom Sollwert abweichender Lambdawert kann vorteilhaft als eine mögliche Ursache für eine nicht funktionierende Kraftstoffpumpe angesehen werden. Andere Funktionen, die ebenfalls das Lambdasignal als Eingangsgröße verwenden, können dann abgeschaltet werden. So wird auch vermieden, dass die anderen Funktionen fälschlicherweise einen Fehler diagnostizieren.

[0007] Bei Kraftstoffpumpen mit unterschiedlicher Förderleistung wird vorteilhaft der Fördervergleich bei den jeweils geeigneten Betriebspunkten durchgeführt und deren Ergebnis beispielsweise mit gespeicherten Kontrollwerten verglichen.

[0008] Tritt ein Fehler auf, wird dieser nicht nur angezeigt, sondern vorteilhaft auch in einem Fehlerspeicher abgelegt, so dass der Fehlerfall noch nachträglich rekonstruierbar ist.

[0009] Durch Wiederholung der Bestimmung der Fördermenge während des Motorbetriebs ist sichergestellt, dass sich ein Fehlerfall nicht langsam einschleichen kann ohne bemerkt zu werden.

Zeichnung

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der Beschreibung näher erläutert. Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild und Figur 2 zeigt ein Flußdiagramm.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0011] Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Kraftstoff-Fördersystems in schematischer Darstellung. Die durchgezogenen Linien 6, 7 und 8 sollen die Kraftstoffleitungen und die gestrichelt gezeichneten Linien elektrische Verbindungen darstellen. Wie Figur 1 entnehm-

bar ist, sind mit einem Tank 3 über Saugleitungen 8 zwei elektrisch betriebene Kraftstoffpumpen 1,2 verbunden. Ausgangsseitig fördern sie über Druckleitungen 7 zu einzelnen Einspritzventilen 5 den erforderlichen Kraftstoff. Vorzugsweise ist ein Mischventil 4 zwischengeschaltet, über das zwei Druckleitungen 7 zusammengeführt werden. Nicht dargestellt ist die elektrische Ansteuerung der Einspritzventile 5, die von einem entsprechenden Steuergerät 9 gesteuert werden. Die Kraftstoffpumpen 1,2 können gleichartig oder mit unterschiedlichen Leistungen ausgebildet sein. Auch ist vorgesehen, dass für den Teillastbereich nur eine Kraftstoffpumpe 1 den notwendigen Kraftstoff liefert während die zweite Kraftstoffpumpe 2 für Spitzenbelastungen zugeschaltet werden kann, so dass sich eine entsprechend hohe Förderleistung für den Kraftstoff ergibt. Die Kraftstoffpumpen werden über die gestrichelt dargestellte Leitungen 11 von einem Steuergerät 9 sowohl mit Energie versorgt als auch gesteuert und erzeugen in der Hochdruckleitung 7 einen vorgegebenen Druck, wenn sie in Ordnung sind. Das Steuergerät 9 enthält des weiteren eine Auswertestufe 10, mit der die Pumpenfunktion auf ihre einwandfreie Funktion hin überwacht wird. Tritt ein Fehler auf, so wird dieser Fehler vorzugsweise dem Fahrer optisch und/oder akustisch gemeldet und in einem entsprechenden Fehlerspeicher abgelegt, der auch für weitere Funktionen vorgesehen sein kann. Des weiteren weist das Steuergerät 9 Eingänge für Sensoren oder Signale auf, die für die Auswertung der Pumpenfunktion notwendig sind. Beispielsweise ist ein Drucksignal P, das Lambda-Signal L und/oder die Fördermenge Q über diese Eingänge einbaubar. Die entsprechenden Sensoren sind in der Regel im Fahrzeug bereits vorhanden, so dass deren Signale vom Steuergerät 9 ebenfalls verwendet werden können.

[0012] Die zu fördernde Kraftstoffmenge bestimmt das Steuergerät 9 auf Grund der momentan erhaltenen Betriebsparameter z. B. P, L, Q durch Bestimmung des Leitungsdrucks in der Hochdruckleitung 7 und die Vorgabe der Einspritzdauer für die Einspritzventile 5. So wird beispielsweise bei Vollast "fett" vorgesteuert, was mit einem Lambda- Sollwert < 1 eingestellt wird. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass bei Druckabfall, d. h. wenn die Förderleistung der Kraftstoffpumpen zu gering ist, der Lambda- Sollwert < 1 bei Vollast nicht eingestellt werden kann. Insbesondere konnte bisher bei einer Zweipunkt- Regelung Lambda bei Vollast nicht befriedigend gemessen werden. Denn beim Zweipunkt-Regler kann eine Ausmagerung des Verbrennungsmotors erst erkannt werden, wenn Lambda den Schwellwert „1“ überschreitet.

[0013] Bei stetiger Lambda Regelung wird ein Druckabfall jedoch innerhalb der vorgegebenen Regelgrenzen durch eine Verlängerung der Einspritzzeit ausgeglichen. Dieses ist dann eindeutig identifizierbar.

[0014] Die grundlegende Überlegung der Erfindung besteht darin, eine defekte Kraftstoffpumpe 1,2 (EKP) sowohl im Teillastbetrieb als auch bei Vollast zu erken-

nen. Im Teillastbetrieb werden beide Kraftstoffpumpen durch wechselseitigen Betrieb miteinander in ihrer Förderleistung verglichen. Haben die Kraftstoffpumpen 1,2 die gleiche Förderleistung, dann ergibt sich bei wechselseitigen Betrieb kein wesentlicher Unterschied in der Förderleistung. Dieses ist am einfachsten durchführbar, wenn die Kraftstoffpumpen an einem Betriebspunkt des Verbrennungsmotors geprüft werden, wo die benötigte Förderleistung nur von einer Pumpe aufgebracht werden kann, um den Kraftstoffbedarf für den Verbrennungsmotor in jedem Fall und fehlerfrei sicherzustellen. Für den Vergleich kann der Regelausgang der Lambda-Regelung herangezogen werden und die beiden Lambda Signale verglichen werden. Ist beispielsweise eine Kraftstoffpumpe defekt bzw. fördert eine der Pumpen nicht ihre spezifizierte Menge, so wird das am Lambda-Reglersignal erkennbar, da bei einem Defekt die Lambda Regelung eines separaten Steuergerätes bei stetiger Nachführung eine Verlängerung der Einspritzzeit bewirkt, um das notwendige Lambda einzustellen. Denn die Kraftstoffdruckabsenkung im Leitungssystem bewirkt, dass der Verbrennungsmotor zu wenig Kraftstoff erhält und dadurch das Lambda- Signal der Lambda-Sonde eine Abmagerung des Gemisches erkennt.

[0015] Wird andererseits bei wechselseitigem Betrieb der Kraftstoffpumpen eine wenigstens annähernd gleiche Förderleistung erkannt, dann kann auch daraus geschlossen werden, dass Fehler der Lambda- Sonde oder der Lasterfassung auszuschließen sind. Andererseits kann bei unterschiedlichen Lambdawerten bei Wechselbetrieb der Kraftstoffpumpen im gleichen Motorbetriebspunkt ausgeschlossen werden, dass es sich um eine Fehlererkennung als Folge von anderen Fehlern handelt, die beispielsweise mit dem Lambdasensor selbst oder der Lasterkennung zusammenhängen.

[0016] Handelt es sich jedoch um ein Kraftstoffsystem mit unterschiedlichen Förderleistungen, kann der Vergleich jeweils in dem Betriebspunkt stattfinden, wo die jeweilig angesteuerte Kraftstoffpumpe noch die vom Verbrennungsmotor benötigte Kraftstoffmenge fördern kann.

[0017] Bei einer Zweipunkt Lambda- Regelung besteht jedoch die Einschränkung, dass der Vergleich nur bei einem Sollwert für Lambda = 1 durchgeführt werden kann, da nur für diesen Betriebspunkt die Förderleistungen der Kraftstoffpumpen verglichen werden können.

[0018] In Betriebsbereichen mit Vollast ist die Erkennung einer defekten Einspritzpumpe etwas aufwendiger durchzuführen. Zunächst kann ebenfalls aufgrund eines veränderten Lambda-Signals ein Defekt einer Kraftstoffpumpe vermutet werden. Ein geändertes Lambda-Signal kann jedoch auch andere Gründe haben. Insbesondere ist nicht erkennbar, welche der Kraftstoffpumpen defekt ist. Daher muß zunächst eine Plausibilitätsprüfung im Teillastbereich durchgeführt werden, in dem - wie oben dargestellt- jede Kraftstoffpumpe für sich geprüft werden kann. Im Fehlerfall sollte diese Prüfung möglichst rasch durchgeführt werden, um unnötige Be-

lastungen oder Gefährdungen der betroffenen Bauteile wegen der Gefahr der Überhitzung auszuschließen. Notfalls müßte zwangsweise die Leistung des Verbrennungsmotors begrenzt werden.

[0019] In alternativer Ausgestaltung der Erfindung ist auch vorsehbar, die Förderleistung der einzelnen Kraftstoffpumpen 1,2 durch Bestimmung der dem Verbrennungsmotor zugeführten Kraftstoffmenge und der vom Verbrennungsmotor abgenommenen Kraftstoffmenge zu berechnen. Diese Vorgehensweise ist insbesondere bei Pumpen mit unterschiedlicher Förderleistung vorteilhaft, da hier (außer bei Totalausfall einer Kraftstoffpumpe der Vergleich nicht bei demselben Betriebspunkt durchgeführt werden kann. Beispielsweise müßten auch Einflüsse des Kraftstoffsystems berücksichtigt werden.

[0020] Anhand der Figur 2 wird die Vorgehensweise noch einmal näher erläutert. Nach dem Einschalten der Zündung in Position 21 wird in Position 22 geprüft, ob die Kraftstoffpumpe 1, 2 (EKP) angesteuert wird, so dass sie Kraftstoff fördern kann. Ist dies nicht der Fall, wird auf Position 21 zurückgesprungen und gewartet, bis der Motor und damit die Kraftstoffpumpe 1,2 gestartet wird. Im anderen Fall wird in Position 23 geprüft, ob der Kraftstoffbedarf größer ist als die Förderleistung von einer Kraftstoffpumpe. Ist dies der Fall, dann wird in Position 24 das Lambda- Signal der Lambda- Regelung beobachtet. In Position 25 wird geprüft, ob eine Anreicherung des Kraftstoffgemisches über einen vorgegebenen Schwellwert hinaus erfolgt ist. Ist dieses nicht der Fall, dann wird auf Position 21 zurückgesprungen. Wird dagegen eine Reizierung des Kraftstoffbedarfs angefordert, dann wird auf den Wechselbetrieb der Kraftstoffpumpen 1,2 umgeschaltet (Pos. 26). Die zwangsweise Füllungs- bzw. Momentenreduzierung wird jedoch nur durchgeführt, wenn aus dem aktuellen Motorbetriebspunkt bei einem Fehler an einer Kraftstoffpumpe eine dauerhafte Schädigung des Motors oder seiner Aggregate zu erwarten ist. In Position 28 wird nun bei dem Wechselbetrieb der Kraftstoffpumpen das Lambda- Signal des Lambda- Reglers beobachtet.

[0021] Zu diesem Schritt gelangt das Programm auch, wenn in Position 23 der Kraftstoffbedarf kleiner war als die Förderleistung einer Kraftstoffpumpe ist. In diesem Fall springt das Programm auf Position 27 und prüft, ob der Kraftstoffbedarf der Förderleistung einer Kraftstoffpumpe entspricht. Ist dies nicht der Fall, wird auf Position 23 zurückgesprungen.

[0022] Wurde nun in Position 28 bei dem Wechselbetrieb der Kraftstoffpumpen das Lambda- Signal beobachtet, dann wird in Position 29 geprüft, ob eine Abweichung vorliegt, d. h. ob ein vorgegebener Schwellwert für die Differenz überschritten wurde. Ist dies nicht der Fall, wird davon ausgegangen, dass die Kraftstoffpumpen funktionsfähig sind, so dass das Programm auf Position 21 zurückspringt. Liegt dagegen eine Abweichung vor, dann wird in Position 30 ein Fehlereintrag vorgenommen, eine Fehlermeldung optisch und/oder aku-

stisch an den Fahrer ausgegeben und gegebenenfalls das Drehmoment des Verbrennungsmotors reduziert, um Schäden zu vermeiden. Danach springt das Programm auf Position 21 zurück und beginnt mit der Prüfung erneut.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung der Pumpenfunktion bei Fahrzeugen mit wenigstens zwei elektrischen Kraftstoffpumpen (1,2), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffpumpen (1,2) wechselweise betrieben werden und dabei deren jeweilige Förderleistung bestimmt und verglichen werden, wobei ein Betriebspunkt für den Verbrennungsmotor gewählt wird, bei dem die Förderleistung der jeweils momentan aktiv geschalteten Kraftstoffpumpe (1,2) ausreichend ist, die vom Verbrennungsmotor angeforderte Kraftstoffmenge gerade noch zu liefern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Förderleistung aus dem Lambda-Signal einer Lambda-Regelung abgeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Förderleistung über eine Bilanz aus der die Verbrennungsmotor zugeführten und der vom Verbrennungsmotor abgenommenen Kraftstoffmenge bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der vorher gehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei unterschiedlichen Förderleistungen der Kraftstoffpumpen (1,2) über einen vorgegebenen Differenzschwellwert hinaus ein Warnsignal optisch und/oder akustisch ausgegeben wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fehlerfall der Verbrennungsmotor in seiner Leistung begrenzt wird.
6. Verfahren nach einem der vorher gehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Veränderung des Lambda-Signals als Druckabsenkung im Kraftstoffsystem erkannt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei wechselseitigem Umschalten der Kraftstoffpumpen (1,2) und einer dabei auftretenden Änderung des Lambda- Signals weitere Funktionseinheiten, insbesondere die der Lambda- und der Lasterfassung informiert werden und somit eine Fehlererkennung bzw. -meldung dieser Funktionseinheiten vermieden wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Kraftstofffördersystem mit unterschiedlichen Förderleistungen der Kraftstoffpumpen (1,2) der Förderleistungsvergleich jeweils bei dem Betriebspunkt durchgeführt wird, bei dem die jeweilige angesteuerte Kraftstoffpumpe (1,2) die vorgesehene Kraftstoffmenge fördert. 5
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Fehlermeldung in einem Fehlerspeicher abgelegt wird. 10
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestimmung der Förderleistung während des Motorbetriebs wiederholt wird. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

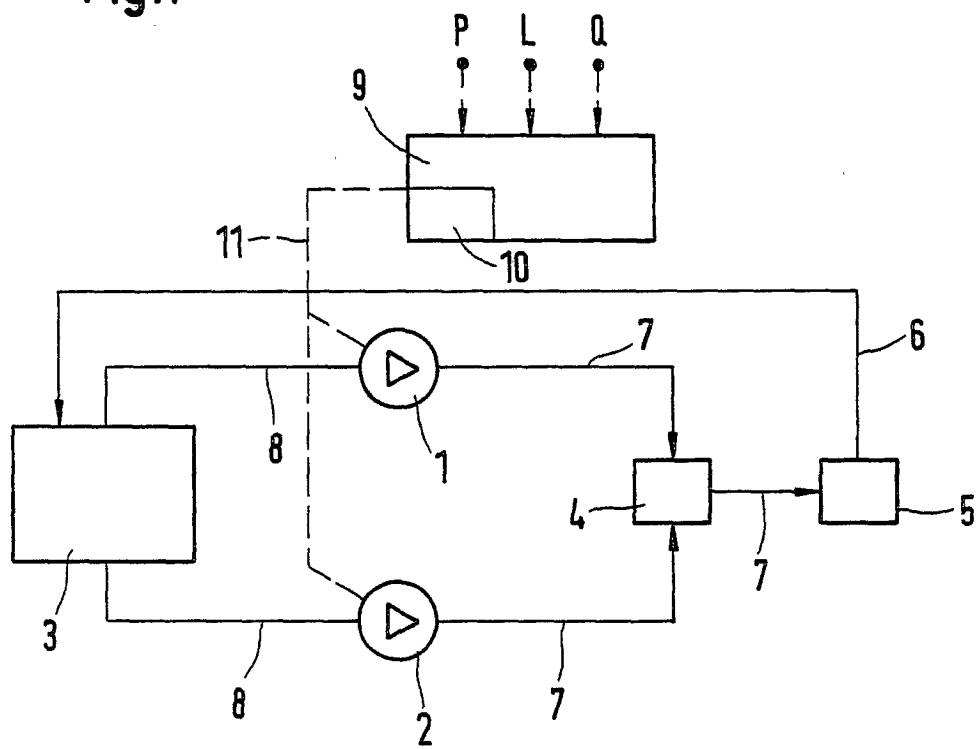


Fig.2

