

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 565/2005

(22) Anmeldetag: 2005-04-04

(43) Veröffentlicht am: 2008-06-15

(51) Int. Cl.⁸: **G05D 7/06** (2006.01)
B67D 5/08 (2006.01)
B67D 5/34 (2006.01)
B67D 5/40 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 8-040291A US 5540049A
EP 0888827A2

(72) Erfinder:
WOSCHIZKA GERHARD DIPL.ING.
GRAZ (AT)

(73) Patentanmelder:
KRISTL, SEIBT & CO. GESELLSCHAFT
M.B.H.
A-8052 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
GIGLER WOLFGANG ING.
HARTBERG (AT)
MATSNHINNIG WERNER ING.
HITZENDORF (AT)
MEIZENITSCH GERHARD ING.
GRAZ (AT)
PIRCHER STEFAN DIPL.ING.
GRAZ (AT)
ROSSEGGER WILFRIED DR.
GRAZ (AT)
ROSSEGGER WOLFRAM DR.
GRAZ (AT)

(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR SOLLWERT-REGELUNG

(57) Vorrichtung und Verfahren zur Sollwert-Regelung eines Eingangs- und Ausgangsdrucks (p_2 , p_3) in einer Fluid-Zufuhr- und einer Fluid-Abfuhrleitung (4, 7), wobei die Fluid-Zufuhr- und die Fluid-Abfuhrleitung (4, 7) an eine einer zeitvariablen Druck- und/oder Temperaturänderung unterliegenden Durchflussvorrichtung (1) angeschlossen sind, und in der Zufuhrleitung (4) ein konstanter Volumenstrom erzeugt wird, und dass die Zu- und die Abfuhrleitung (4, 7) über zumindest eine parallel zu der Durchflussvorrichtung (1) angeordnete Bypassleitung (10) miteinander verbunden sind, wobei in der Fluid-Abfuhrleitung (7) in Strömungsrichtung nach dem Einmünden der Bypassleitung (10) in die Fluid-Abfuhrleitung (7) eine Druckregeleinrichtung (11) angeordnet ist.

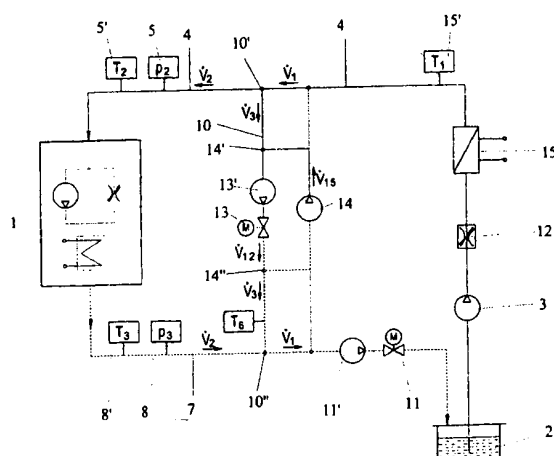


Fig. 2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Sollwert-Regelung eines Eingangs- und Ausgangsdrucks in einer Fluid-Zufuhr- und einer Fluid-Abfuhrleitung, wobei die Fluid-Zufuhr- und die Fluid-Abfuhrleitung an eine einer zeitvariablen Druck- und/oder Temperaturänderung unterliegenden Durchflussvorrichtung angeschlossen sind, sowie ein Verfahren zur Druck- bzw. Temperaturregelung eines Fluids an zwei Messpunkten, wobei das Fluid zwischen den beiden Messpunkten einer zeitvariablen Druck- und/oder Temperaturänderung unterworfen ist.

Die Regelung des Eingangs- und Ausgangsdrucks bei Durchflussvorrichtungen, die einer zeitvariablen Druckänderung unterliegen, erfolgt bisher dadurch, dass die Drücke an den beiden Anschlussstellen der Durchflussvorrichtung iterativ geregelt werden. Da hierdurch die Veränderung des Drucks an der einen Anschlussstelle zu einer Veränderung des Drucks an der anderen Anschlussstelle führt, ist die Zeitdauer, bis beide Drücke auf den gewünschten Sollwert eingeregelt sind, sehr hoch. Bei der Durchflussvorrichtung, deren Eingangs- und Ausgangsdruck jeweils auf einen gewünschten Sollwert geregelt werden soll, kann es sich beispielsweise um einen Drehmomentwandler, eine Ölpumpe, Hydraulikventil oder dgl. handeln.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es demzufolge die Zeitdauer für die Einregelung des Eingangs- und des Ausgangsdrucks einer Durchflussvorrichtung auf den gewünschten Sollwert zu reduzieren.

Dies wird bei der Vorrichtung der eingangs angeführten Art dadurch erzielt, dass in der Zufuhrleitung eine einen konstanten Volumenstrom erzeugende Vorrichtung, z.B. eine Zufuhr-Pumpe, angeordnet ist, und dass die Zu- und die Abfuhrleitung über zumindest eine parallel zu der Durchflussvorrichtung angeordnete Bypassleitung verbunden sind. In der Fluid-Abfuhrleitung ist in Strömungsrichtung nach dem Einmünden der Bypassleitung in die Fluid-Abfuhrleitung eine Druckregeleinrichtung für die Regelung des Ausgangsdrucks angeordnet. Hierdurch kann eine hochdynamische Regelung des Eingangs- und des Ausgangsdrucks erzielt werden, wobei eine Einregelzeit von wesentlich unter 1 Sekunde erzielt werden kann.

Durch das Vorsehen einer parallel zu der Durchflussvorrichtung angeordneten Bypassleitung, über welche die Fluidzufuhr- und die Fluidabfuhrleitung miteinander verbunden sind und dem gleichzeitigen Gewährleisten einer konstanten Durchflussmenge aus der Zufuhrpumpe, erfolgt eine Entkopplung der Regelung des Ausgangsdrucks von der Regelung des Eingangsdrucks, so dass die Zeitdauer für die Einregelung der gewünschten Sollwerte deutlich reduziert werden kann. Mit Hilfe des konstanten Volumenstroms kann der Ausgangsdruck unabhängig von Druck- und Durchflussänderungen der Durchflussvorrichtung mit Hilfe der in der Fluidabfuhrleitung vorgesehenen Druckregeleinrichtung konstant gehalten werden. Die Druck- und Durchflussänderungen in der Durchflussvorrichtung bewirken somit lediglich eine unterschiedliche Aufteilung auf den Volumenstrom, der über die Bypassleitung geleitet wird, und den Volumenstrom, der durch die Durchflussvorrichtung hindurchgeleitet wird, wobei die Summe dieser beiden Volumenströme jedoch zu jeder Zeit dem von der Zufuhrpumpe erzeugten konstanten Volumenstrom entspricht.

Um den Druck in der Abfuhrleitung auf einfache Weise konstant zu halten, ist es günstig, wenn als Druckregeleinrichtung ein Ventil vorgesehen ist.

Wenn in Strömungsrichtung des Fluids gesehen hinter der Zufuhr-Pumpe in der Fluid-Zufuhrleitung eine Drossel oder ein Durchflussbegrenzer angeordnet ist, haben Änderungen des Eingangsdrucks in die Durchflussvorrichtung vorteilhafterweise nur geringe Rückwirkung auf die Fördermenge der Zufuhrpumpe, da mit Hilfe der Drossel der Ausgangsdruck aus der Zufuhrpumpe um ein Mehrfaches größer als der Eingangsdruck in die Durchflussvorrichtung eingestellt werden kann.

Wenn in der Bypassleitung ein Bypass-Ventil vorgesehen ist, wobei das Ventil in einem in sich geschlossenen Förderkreislauf angeordnet ist, dem eine Förderpumpe zugeordnet ist, wird die

Beeinflussung des Eingangsdrucks durch eine plötzliche Änderung des Volumenstroms in der Durchflussvorrichtung verringert. Sofern sich nämlich der Volumenstrom in der Durchflussvorrichtung plötzlich ändert, führt dies auch zu einer Änderung des über die Bypassleitung geführten Volumenstroms und somit auch zu einem Druckabfall in einem in der Bypassleitung angeordneten Bypass-Ventil, wodurch wiederum der Eingangsdruck der Durchflussvorrichtung geändert wird. Um diese Beeinflussung von der Durchflussvorrichtung wesentlich zu verringern, wird der Volumenstrom in dem an die Bypassleitung angeschlossenen Förderkreislauf mit Hilfe der Förderpumpe deutlich höher als der über die Eingangsleitung zu der Durchflussvorrichtung geführte Volumenstrom gewählt, so dass eine Veränderung dieses Volumenstroms sich wesentlich geringer auf den Druckabfall über das Bypass-Ventil auswirkt.

Da die in der Fluid-Abfuhrleitung angeordnete Druckregleinrichtung sowie das Bypass-Ventil auch im voll geöffneten Zustand einen (geringen) Druckabfall aufweisen, ist es nicht möglich, den Eingangs- sowie den Ausgangsdruck auf 0 bar einzustellen, wenn der von der Zufuhrpumpe erzeugte Volumenstrom größer als 0 ist. Um demzufolge den Eingangs- als auch den Ausgangsdruck auch auf 0 bar einstellen zu können, ist es von Vorteil, wenn der Druckregleinrichtung und dem Bypass-Ventil jeweils eine Pumpe vorgeschaltet ist. Mit Hilfe der vorgeschalteten Pumpen kann somit der Minimaldruckabfall an der Druckregleinrichtung bzw. dem Bypass-Ventil durch die jeweils vorgeschaltete Pumpe kompensiert werden. Die Pumpen werden jeweils so gewählt, dass eine Durchflussänderung nur eine geringe Druckänderung an der Pumpe erzeugt.

Um die Temperatur am Eingang in die Durchflussvorrichtung konstant zu halten, ist es günstig, wenn in der Zufuhrleitung zwischen der Pumpe und der Abzweigung der Bypassleitung ein Wärmetauscher vorgesehen ist. Da die Temperaturregelung somit in dem von der Zufuhrpumpe erzeugten konstanten Volumenstrom erfolgt, ist die Temperaturregelung am Eingang in die Durchflussvorrichtung unabhängig von einer etwaigen Durchflussänderung des durch die Durchflussvorrichtung durchgeleiteten Volumenstroms.

Weiters wird der von der Förderpumpe erzeugte Volumenstrom zwischen der Abzweigung bzw. Einmündung der Bypassleitung in die Fluid-Zufuhr- bzw. Fluid-Abfuhrleitung ein- bzw. abgeleitet, so dass kein Rücktransport des an der Ausgangsseite der Durchflussvorrichtung vorliegenden Fluids erfolgt, welches in der Regel eine von der an der Eingangsseite unterschiedliche Temperatur aufweist.

Das erfindungsgemäße Verfahren der eingangs angeführten Art ist dadurch gekennzeichnet, dass ein konstanter Fluidstrom zu einer Abzweigestelle einer Bypassleitung gefördert wird, die in Strömungsrichtung gesehen vor dem ersten Messpunkt liegt und deren Einmündung zur Vereinigung des abgezweigten Fluidstroms mit dem übrigen Fluidstrom hinter dem zweiten Messpunkt liegt, wobei der Fluidruck hinter der Einmündung konstant gehalten wird. Mit Hilfe dieses Verfahrens erfolgt eine Entkopplung der Regelung des Drucks an den beiden Messpunkten, sodass die Zeitdauer bis zur Einregelung der Drücke an den beiden Messpunkten auf die gewünschten Sollwerte deutlich reduziert werden kann.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 8 bis 10, wobei hinsichtlich der hiermit verbundenen vorteilhaften Effekte zwecks Vermeidung von Wiederholungen auf vorstehende Ausführungen verwiesen wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von einem in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiel, auf das sie jedoch nicht beschränkt sein soll, noch näher erläutert. Im Einzelnen zeigen in der Zeichnung: Fig. 1 eine dynamische Regelung von Fluiddrücken bei gekoppelten Regelkreisen gemäß dem Stand der Technik; und Fig. 2 eine schematische Abbildung einer dynamischen Druckregelung des Eingangs- und Ausgangsdrucks einer Durchflussvorrichtung mit einer Bypassleitung.

In Fig. 1 ist schematisch eine Druckregelung eines Prüflings 1 gezeigt, der von einem aus einem Vorratsbehälter 2 über eine Pumpe 3 zugeführten Ölstrom durchflossen wird, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist. Bei dem Prüfling 1 kann es sich beispielsweise um einen Drehmomentwandler, eine Ölpumpe, ein Hydraulikventil oder dgl. handeln.

Hierbei liegt in einer Ölzufuhrleitung 4 ein mittels eines Drucksensors 5 erfasster Eingangsdruck p_2 vor, der mit Hilfe einer Druckregeleinrichtung 6 auf einen Sollwert eingeregelt wird.

In einer Ölabfuhrleitung 7 hingegen wird mit dem Drucksensor 8 der Ausgangsdruck p_3 erfasst, der wiederum mit Hilfe einer Druckregeleinrichtung 9 auf den gewünschten Sollwert geregelt wird.

Da der Prüfling 1 einer zeitvariablen Druckveränderung unterliegt und zudem auch aufgrund der Leistungseinbringung die Temperatur des Öls steigt, ändert sich entsprechend der Eingangsdruck p_2 sowie der Ausgangsdruck p_3 . Da jede Veränderung des Drucks an einer Anschlussstelle zu einer Veränderung des Drucks an der anderen Anschlussstelle führt, ergibt sich bei einer derartig iterativen Regelung des Eingangs- und des Ausgangsdrucks p_2 , p_3 eine relativ lange Zeitdauer, bis der Eingangsdruck p_2 und der Ausgangsdruck p_3 auf die Sollwerte eingeregelt sind.

In Fig. 2 ist schematisch eine erfindungsgemäße Regelung des Eingangsdrucks p_2 und des Ausgangsdrucks p_3 eines Prüflings 1, der einer zeitvariablen Druckänderung sowie einer zeitvariablen Temperaturänderung aufgrund der Leistungseinbringung unterliegt. Bei dem Prüfling 1 kann es sich z.B. um einen Drehmomentwandler, ein Druckventil, eine Ölpumpe, oder dgl. handeln.

Um eine gegenüber der in Fig. 1 gezeigten Regelung wesentlich reduzierte Einregelungszeit auf die Sollwerte des Eingangs- und des Ausgangsdrucks p_2 bzw. p_3 zu erzielen, ist die Zufuhrleitung 4, über welche mit Hilfe einer Ölpumpe 3 aus einem Vorratsbehälter 2 Öl zu dem Prüfling 1 befördert wird, über eine Bypassleitung 10, die an einer Abzweigungsstelle 10' von der Zufuhrleitung 4 abzweigt und an der Einmündungsstelle 10'' wiederum in die Abfuhrleitung 7 einmündet, mit der Abfuhrleitung 7 verbunden. Durch das Vorsehen der Bypassleitung 10 kann somit die Zeitdauer für die Einregelung des Eingangs- und des Ausgangsdrucks p_2 , p_3 wesentlich reduziert werden, da die Regelung des Eingangsdrucks p_2 von der Regelung des Ausgangsdrucks p_3 entkoppelt ist.

Diese Entkopplung erfolgt, indem mit Hilfe der Pumpe 3 ein gegendruckunabhängiger konstanter Volumenstrom V_1 erzeugt wird.

Dieser konstante Volumenstrom V_1 fließt auch durch ein Ventil 11, das in der Abfuhrleitung 7 in Strömungsrichtung des Öls gesehen, hinter der Einmündungsstelle 10'' der Bypassleitung 10 in die Abfuhrleitung 7 angeordnet ist, so dass das Ventil 11 von dem konstanten Volumenstrom V_1 durchströmt wird und somit unabhängig von Druck- und Durchflussänderungen des Prüflings 1 ist. Die Druck- und Durchflussänderungen des Prüflings 1 bewirken somit lediglich eine unterschiedliche Aufteilung auf einen durch den Prüfling 1 durchgeleiteten Volumenstrom V_2 und dem über die Bypassleitung 10 abgeleiteten Volumenstrom V_3 , wobei jedoch die Summe der beiden Volumenströme V_2 und V_3 konstant gleich dem Volumenstrom V_1 bleibt.

Mit Hilfe einer Drossel 12, welche hinter der Zufuhrpumpe 3 angeordnet ist, kann der Ausgangsdruck aus der Zufuhrpumpe 3 um ein Mehrfaches größer als der Eingangsdruck p_2 in den Prüfling 1 eingestellt werden. Hierdurch haben Änderungen des Eingangsdrucks p_2 des Prüflings 1 nur eine geringe Rückwirkung auf die Fördermenge der Zufuhrpumpe 3.

In der Bypassleitung 10 ist weiter ein Bypass-Ventil 13 vorgesehen, um den Eingangsdruck p_2 auf einen gewünschten Sollwert regeln zu können. Mittels des Bypass-Ventils 13 wird auch die

Druckänderung infolge einer Veränderung des Volumenstroms V_2 im Prüfling 1 ausgeregelt.

Um weiter die Änderung des Eingangsdrucks p_2 infolge einer plötzlichen Veränderung des Volumenstroms V_2 im Prüfling 1 möglichst gering zu halten, ist der Volumenstrom V_{12} wesentlich höher gewählt als der Volumenstrom V_2 . Der durch das Bypass-Ventil 13 geleitete Volumenstrom V_{12} wird mit Hilfe einer Förderpumpe 14, die ein Volumenstrom V_{15} über das Ventil 13 in einem in sich geschlossenen Förderkreislauf pumpt, eingestellt. Hierdurch wirkt sich eine Veränderung des durch den Prüfling 1 durchgeleiteten Volumenstroms V_2 wesentlich geringer auf den Druckabfall über das Bypass-Ventil 13 aus.

Weiters ist dem Ventil 11 sowie dem Bypass-Ventil 13 jeweils eine Pumpe 11' bzw. 13' vorgeschaltet, um zu ermöglichen, dass der Eingangsdruck p_2 sowie der Ausgangsdruck p_3 auch auf 0 bar geregelt werden können. Da die Ventile 11 und 13 auch im voll geöffneten Zustand einen Druckabfall aufweisen, könnte ohne den Pumpen 11', 13' der Eingangsdruck p_2 und der Ausgangsdruck p_3 nicht gegen 0 gestellt werden, wenn der Volumenstrom $V_1 > 0$ ist. Mit Hilfe der Pumpen 11' und 13' kann jedoch der Minimaldruckabfall an den Ventilen 11 und 13 durch die jeweils vorgeschaltete Pumpe 11', 13' kompensiert werden, wobei die Pumpen 11', 13' derart gewählt sind, dass eine Durchflussänderung nur eine geringe Druckänderung erzeugt.

Die Regelung der Eingangstemperatur T_2 des Öls beim Eintritt in den Prüfling 1, die mit Hilfe eines Temperatursensors 5' ermittelt wird, erfolgt über einen Wärmetauscher 15 und einen anschließenden Temperatursensor 15' zum Erfassen der Temperatur T_1 , die in dem vom Volumenstrom V_1 durchströmten Teil der Zufuhrleitung 4 angeordnet sind. Hierdurch erfolgt eine Entkopplung der Temperaturregelung für T_2 von der Änderung des durch den Prüfling 1 durchgeleiteten Volumenstroms V_2 , da die Temperaturregelung in dem konstant gehaltenen Volumenstrom V_1 erfolgt. Alternativ könnte der Wärmetauscher auch in der Ablaufleitung nach dem Ventil 11 angeordnet sein.

Zudem ist die Förderpumpe 14 des in sich geschlossenen Förderkreislaufs an Anbindungsstellen 14', 14'' an die Bypassleitung 10 angeschlossen, so dass kein Rücktransport des die Temperatur T_3 aufweisenden Öls erfolgt, die im allgemeinen ungleich der Temperatur T_2 ist, und somit eine Veränderung der Temperatur der Volumenströme V_2 und V_3 vermieden wird.

Grundsätzlich kann diese Regelung für jede beliebige einen Durchfluss aufweisende Vorrichtung eingesetzt werden. Wesentlich ist lediglich, dass die eingangsseitige Druckregelung von der ausgangsseitigen Druckregelung mittels der Konstanthaltung des Volumenstroms durch das Ventil 11 entkoppelt ist.

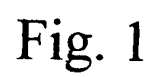
Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Sollwert-Regelung eines Eingangs- und Ausgangsdrucks (p_2 , p_3) in einer Fluid-Zufuhr- und einer Fluid-Abfuhrleitung (4, 7), wobei die Fluid-Zufuhr- und die Fluid-Abfuhrleitung (4, 7) an eine einer zeitvariablen Druck- und/oder Temperaturänderung unterliegenden Durchflussvorrichtung (1) angeschlossen sind, *dadurch gekennzeichnet*, dass in der Zufuhrleitung (4) eine einen konstanten Volumenstrom erzeugende Vorrichtung, z.B. eine Zufuhr-Pumpe (3), angeordnet ist, und dass die Zu- und die Abfuhrleitung (4, 7) über zumindest eine parallel zu der Durchflussvorrichtung (1) angeordnete Bypassleitung (10) miteinander verbunden sind, wobei in der Fluid-Abfuhrleitung (7) in Strömungsrichtung nach dem Einmünden der Bypassleitung (10) in die Fluid-Abfuhrleitung (7) eine Druckregleinrichtung (11) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass als Druckregleinrichtung (11) ein Ventil vorgesehen ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass in Strömungsrichtung des Fluids gesehen hinter der Zufuhr-Pumpe (3) in der Fluid-Zufuhr-Leitung (4) eine Drossel oder ein Durchflussbegrenzer (12) angeordnet ist.
- 5 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass in der Bypassleitung (10) ein Bypass-Ventil (13) vorgesehen ist, wobei das Ventil (13) in einem in sich geschlossenen Förderkreislauf angeordnet ist, dem eine Förderpumpe (14) zugeordnet ist.
- 10 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Druckregeleinrichtung (11) und dem Bypass-Ventil (13) jeweils eine Pumpe (11', 13') vorgeschaltet ist.
- 15 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass in der Zufuhrleitung (4) zwischen der Zufuhr-Pumpe (4) und der Abzweigung der Bypassleitung (10) ein Wärmetauscher (15) vorgesehen ist.
- 20 7. Verfahren zur Druck- bzw. Temperaturregelung eines Fluids an zwei Messpunkten, wobei das Fluid zwischen den beiden Messpunkten einer zeitvariablen Druck- und/oder Temperaturänderung unterworfen ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein konstanter Fluidstrom zu einer Abzweigestelle (10') einer Bypassleitung (10) gefördert wird, die in Strömungsrichtung gesehen vor dem ersten Messpunkt liegt und deren Einmündung (10'') zur Vereinigung des abgezweigten Fluidstroms mit dem übrigen Fluidstrom hinter dem zweiten Messpunkt liegt, wobei der Fluiddruck hinter der Einmündung geregelt wird.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Fluid vor der Abzweigestelle (10') gedrosselt wird.
- 30 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Fluid-Volumenstrom zwischen der Abzweigestelle (10') und der Einmündung (10'') erhöht wird und der Druck geregelt wird.
- 35 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Temperatur des Fluids vor der Abzweigestelle (10') geregelt wird.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

Int. Cl.⁸: **G050 7/06** (2006.01)
B67D 5/08 (2006.01)
B67D 5/34 (2006.01)
B67D 5/40 (2006.01)





Int. Cl.⁸: G05D 7/06 (2006.01)
B67D 5/08 (2006.01)
B67D 5/34 (2006.01)
B67D 5/40 (2006.01)

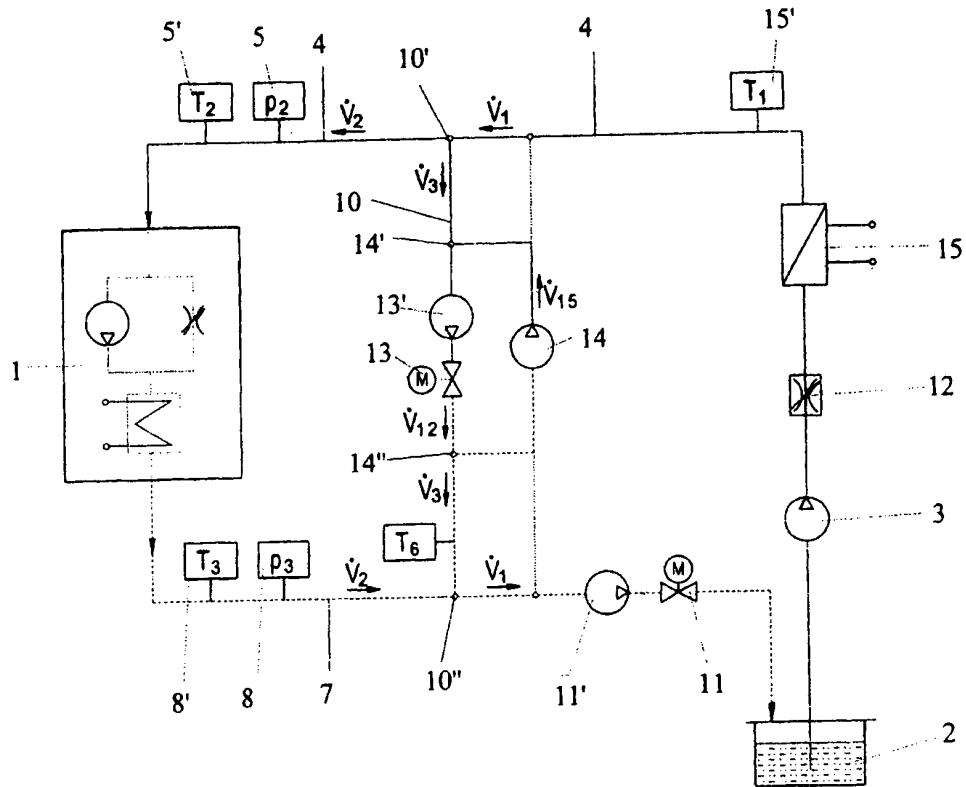


Fig. 2