

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: GM 271/04

(51) Int.Cl.⁷ : **G01M 15/00**

(22) Anmeldetag: 8. 4.2004

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 6.2004

(45) Ausgabetag: 26. 7.2004

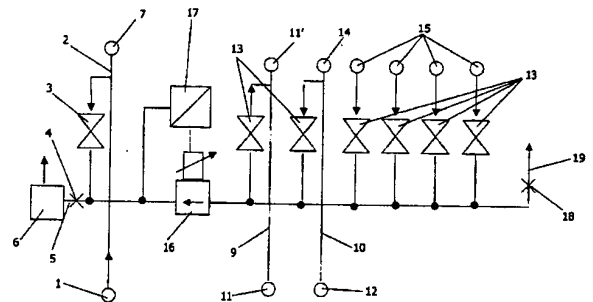
(73) Gebrauchsmusterinhaber:

AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) **GASREGELMODUL SOWIE VERFAHREN ZUR DURCHFLUSSREGELUNG**

(57) Ein Gasregelmodul weist Eingänge (1, 12, 15), Ausgänge (5, 11, 14) und pneumatische Schaltelemente (3, 13, 16) für die Gase auf.

Um die Leistung der Messanlage sowie die Regelgüte der pneumatischen Arbeitspunkte drastisch zu verbessern und die dynamischen Einflüsse auf die Messtechnik zu vermeiden bzw. wesentlich zu verringern, führt von einem ersten Eingang (1) eine Passage mit Absperrventil (3) unmittelbar zu einem ersten Ausgang (5), während zwischen jedem weiteren Eingang (12, 15) und dem ersten Ausgang (5) eine Durchflussregeleinrichtung (16, 17) vorgesehen ist.



Die Erfindung betrifft ein Gasregelmodul, mit Eingängen, Ausgängen und pneumatischen Schaltelementen für die Gase, sowie ein Verfahren zur Durchflussregelung in einem derartigen Gasregelmodul.

Eine bevorzugte Anwendung derartiger Gasregelmodule sind Anlagen zur pneumatische Gasaufbereitung, vorzugsweise in Verbindung mit einer Analyseanlage zur Analyse von Abgasen einer Brennkraftmaschine, aber auch in der Immissions- oder Medizintechnik.

Die Verbrennung von HC-Verbindungen (Brennstoffen) in der Brennkraftmaschine gemeinsam mit den Luftkomponenten führt einerseits zu Verbrennungsprodukten wie CO, H_xC_y , NO_x und Ruß als in den aktuell gültigen Gesetzen festgelegte, limitierte Komponenten für Motoren und Fahrzeuge und andererseits zu N_2 , H_2O , CO_2 und O_2 als nichtlimitierte Komponenten. Dazu kommen noch Spurenelemente und Verunreinigungen des Kraftstoffes wie beispielsweise Schwefel usw. Die immer strengeren gesetzlichen Limitierungen der Abgasgrenzwerte erfordern immer präzisere Messtechnik. Auch die Weiterentwicklung der Motor- und Antriebstechnik schreitet - u.a. getrieben durch die immer schärferen Abgaslimits - in Technologiebereiche vor, in denen Verbrennungseffekte auftreten, welche bisweilen in Fahrzeugen vereinzelt nur im Forschungsbereich oder in extremen Applikationen vorgekommen sind. Durch z.B. Einscheidung des Kraftstoffes, spezielle Einspritztechniken, Abgasnachbehandlungssysteme usw. kommt es zu einem komplexen Prozess im Brennraum - aber auch in den nachgeschalteten Elementen der Prozesskette - der Abgasnachbehandlung.

Ein großes Problem ist die Einhaltung der Messgüte besonders im Bereich Entwicklung und Optimierung von Motoren. Dynamische Effekte wie beispielsweise durch ständige Veränderung des Gashebelstellers oder plötzliche Änderungen mit großer Amplitude - z.B. „Dip-In-Vorgänge“ - führen gemeinsam mit neuen Motorkonzepten wie Common-Rail-Technik oder Turboladern zu hochdynamischen Vorgängen in der Abgasdynamik. Druckpulsationen mit 10 bar Spitzenwerten und darüber führen bei modernen Motortypen zur Fehlinterpretationen und Fehlfunktionen innerhalb bestehender Analysekonzepte.

Stand der Technik zur Regelung des Durchflusses, beispielsweise in Abgasmessanlagen, sind mechanische Durchflussregler. Für andere Applikationen sind auch elektrische und elektronische Regler im Einsatz. Diese Durchflussregler sind zu langsam, ungenau, wenig robust, nicht langzeitstabil und wartungsintensiv. Im Zusammenhang mit den erhöhten Anforderungen sind übliche Verfahren unbefriedigend.

Aufgabe der Erfindung ist es, bekannte Regelmodule, bevorzugt für Messeinrichtungen zur Analyse von Abgasen einer Brennkraftmaschine, vorzugsweise eines Prüfstandes für Motoren und Fahrzeuge, derart zu verbessern, dass die Leistung der Messanlage sowie die Regelgüte der pneumatischen Arbeitspunkte drastisch verbessert werden und die dynamischen Einflüsse auf die Messtechnik vermieden bzw. wesentlich verringert werden können. Weiters sollen Maßnahmen getroffen werden welche es erlauben, die Meßqualität online zu überprüfen und mögliche Fehleinflüsse zu kompensieren oder aufzuzeigen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass von einem ersten Eingang eine Passage mit Absperrventil unmittelbar zu einem ersten Ausgang führt, während zwischen jedem weiteren Eingang und dem ersten Ausgang eine Durchflussregeleinrichtung vorgesehen ist. Damit kann für das zu analysierende Gas als erstes Gas, welches bei Abgasanalyseanlagen typischerweise von einem vorgeschalteten Druckregler gesteuert ist, die optimale unmittelbare Zuführung zum Analysator durch den Ausgang des Moduls gewährleistet werden, während für weitere Gase, wie etwa Spül-, Null-, und Kalibriergase eine gemeinsame Durchflußregelung am Modul gegeben ist.

Wenn dabei die Durchflußregeleinrichtung zwischen dem ersten Ausgang und jedem weiteren Ausgang eingesetzt ist, können durch das Modul geführt Gase dem oder den Verbrauchern auch ungeregelt zugeleitet werden, wenn das gewünscht oder erforderlich ist. Ein derartiger Verbraucher könnte beispielsweise eine externe Konditionierungs- und/oder Verdünnungsapparatur sein, aus der das Gas anschließend wieder in das Modul rückgeführt werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Durchflussregeleinrichtung durch ein Proportionalregelventil und einen Drucksensor gebildet ist. Damit ist eine stabile, schnelle und glatte Regelung auf konstanten Durchfluß für die weiteren Gase mittels günstiger und bewährter Komponenten möglich.

Eine weitere vorteilhafte Ausführung der Erfindung sieht vor, dass alle weiteren Eingänge in einen gemeinsamen Kanal zum ersten Ausgang münden, von welchem vorzugsweise auch jeder weitere Ausgang abzweigt, womit eine einfache und kompakte bauliche Ausführung des Moduls ermöglicht ist.

Um geringe Totvolumina, kurze Ausspülzeiten und schnellste Ansprechzeiten des Analysesystems zu ermöglichen, weist der Kanal auf der dem Ausgang entgegengesetzten Seite eine definierte Undichtheit auf. Dadurch ergeben sich für die weiteren Gase, beispielsweise

Kalibriergase, selbst bei geringsten Kalibriergaskonzentrationen optimale Messverhältnisse. Die Ansprechzeiten (T-90 Zeiten) liegen mit Hilfe dieser Technik unter 100 ms. Ausspülzeiten, welche durch die T-99 Zeit bewertet wird, liegt unter 300 ms.

Wenn gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung eine Gruppe von Eingängen unmittelbar mit je einem zugehörigen Ausgang verbunden ist, kann in einfacher Weise aufgrund dieser modularen Anordnung eine Vielkanal-Regel-, Dosier- und Umschalteinheit aus gleichartigen Modulen aufgebaut werden.

Die eingangs gestellt Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zur Durchflussregelung in einem Gasregelmodul, welches erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet ist, daß der vom Gas durchströmbare Querschnitt derart verändert wird, daß der Druck stromabwärts der querschnittsveränderlichen Stelle konstant gehalten wird. Damit wird eine einfache, dennoch schnelle und glatte Regelung auf konstanten Durchfluß gewährleistet.

In der nachfolgenden Beschreibung soll die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen von bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

Dabei zeigt die Fig. 1 einen schematischen pneumatischen Schaltplan eines erfindungsgemäßen Gasregelmoduls und Fig. 2 ist eine Schnittansicht einer konkreten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Gasregelmoduls.

Über einen Anschluß 1 wird dem Gasregelmodul ein Prüfgas zugeführt, beispielsweise das zu analysierende Abgas eines Verbrennungsmotors. Dieses Gas gelangt über die Passage 2 und ein darin angeordnetes Absperrventil 3, welches aber für die Durchflussregelung keinerlei Funktion ausübt, sowie eine Blende 4 mit festem Querschnitt zu jenem Ausgang 5, der zum Analysator 6 für das Abgas führt und vorteilhafterweise senkrecht zum Eingang 1 orientiert ist. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung in einer Analyseeinrichtung, vorzugsweise eines Prüfstandes für Motoren und Fahrzeuge, zur Analyse von Abgasen einer Brennkraftmaschine auf deren Inhaltsstoffe und Komponenten. Das erfindungsgemäße Gasregelmodul ist die zentrale Pneumatik-Schalt- und Regel-Einheit dieser Abgasmeßanlage. Das Modul ersetzt und konzentriert alle lokal verwendeten Ventilgruppen. Mit Hilfe dieser zentralen Pneumatik wird die gesamte pneumatische und elektrische Infrastruktur der Analyseanlage zentralisiert. Diese Lösung erfüllt die Anforderung billigere Herstellung, einfachere Fertigung und wesentlich verbesserte Zugänglichkeit und Wartbarkeit. Durch die Modulbauweise ist die Vorkonfektion der Baugruppen möglich. Grundsätzlich können mit einem erfindungsgemäßen Modul aber auch Flüssigkeiten dosiert werden.

Dabei kann auch in zumindest einem kühlen Messzweig stromaufwärts der Analyseneinheit und/oder zwischen unterschiedlichen Komponenten der Analyseneinheit und/oder ausgangsseitig zumindest einer Analyseneinheit eines der Messzweige eine Filtereinrichtung vorgesehen sein, welche ein für gasförmige Kohlenwasserstoffe selektives Filtermaterial, vorzugsweise ein Filtermaterial aus der Gruppe der Zeolithe und/oder der Silikate, enthält.

Von der Passage 2 kann auch eine Abzweigung zu einem weiteren Ausgang 7 zu einem zweiten Analysator oder einem weiteren, vorzugsweise gleichartig aufgebauten Gasregelmodul vorgesehen sein.

In einen zentralen Kanal 8 des Gasregelmoduls, in welchen Kanal 8 auch die Passage 2 hinter dem Absperrventil 3 einmünden kann und welcher dann auch zur Blende 4 und dem ersten Ausgang 5 führt, führen weiteren Passagen 9 bzw. 10, welche mit weiteren Ausgängen 11, 11' und einem Anschluß 12 für beispielsweise ein Null-Gas verbunden sind. Auch in diesen Passagen 9 bzw. 10 sind Absperrventile 13 vorgesehen. Vorteilhafterweise kann auch beispielsweise die Passage 10 mit einem weiteren Ausgang 14 zu etwa anderen Gasregelmodulen versehen sein, wobei alle weiteren Ausgänge vorzugsweise parallel zum Ausgang 2 für das erste Gas sind. Dieser Basisabschnitt des Gasregelmoduls realisiert die Regelung, die Sensorik und Schaltung des zu analysierenden Gases, sowie auch des Null- und jedes Kalibriergases. Durch Konditionierung des Moduls kann das System pneumatisch und elektrisch stabilisiert werden, sodaß besonders die Applikation von Ultra-Low-Emission Anwendungen verbessert wird.

Zum zentralen Kanal 8 führen darüber hinaus noch weitere, von Anschlüssen 15 für Kalibriergase verschiedener Konzentrationen ausgehende Passagen mit jeweils einem Absperrventil 13 vor der Einmündung in den Kanal 8. Dieser Zusatzabschnitt des Moduls ermöglicht die Aufschaltung weiterer Gase. Bei Bedarf können die Module durch kaskadieren noch erweitert werden. Dabei können über die Passage 9 und deren Ausgänge 11, 11' das dem erfindungsgemäßen Modul zugeführte Nullgas und auch die Kalibriergase entweder an den kaskadierten Modulen zugeführt oder auch externen Apparaturen wie beispielsweise externen Konditionier- und/oder Verdünnungseinrichtungen (nicht dargestellt) zugeführt werden. Von letzteren Einrichtungen werden die Gase vorzugsweise wieder über auch den Eingang 1 in das Modul rückgeführt und weiter dem Analysator 6 aufgegeben.

Durch die Speisung der Kalibriergase unmittelbar auf dem erfindungsgemäßen Gasregelmodul ergeben sich selbst für geringste Kalibriergaskonzentrationen optimale Messverhältnisse, welche zu Ansprechzeiten (T-90 Zeiten) unter 100 ms und Ausspülzeiten, welche

durch die T-99 Zeit bewertet wird, unter 300 ms führt. Diese Zeiten können durch elektronische Durchflußsteuerung mit Hilfe der Softwaresteuerung noch verbessert werden. Durch kleine Durchmesser der Kanäle und Passagen im Gasregelmodul ist die Vermischung der Gaskomponenten geringer, was die Ansprechgeschwindigkeit wesentlich erhöht und damit die Meßgüte drastisch verbessert. Die Geometrie ist vorteilhafterweise durch Ergebnisse von Simulationsverfahren optimiert, räumlich konzentriert und konditioniert gestaltet und es kommen kleinere Komponenten in optimierter Geometrie und optimierter Anordnung der Komponenten zum Einsatz. Dazu trägt es auch bei, wenn vorteilhafterweise die Anschlüsse 15 für die Kalibriergase über längliche Elemente erfolgt, die seitlich und parallel neben den Ventilen 3, 13 hochragend angeordnet sind. Durch die enge Baudichte der Ventile 3, 13 ergeben sich T10- und T99-Zeiten von 300 ms, was gegenüber herkömmlichen Modulen eine Halbierung bedeutet.

Zur Durchflussregelung für die weiteren Gase, also das Null- und jedes Kalibriergas, ist ein Proportionalventil 16 im zentralen Kanal 8 eingesetzt, zwischen der Einmündung der Passage 9 und der Einmündung der Passage 2 für das zu analysierende Abgas. Dieses Proportionalventil 16 wird über einen Drucksensor 17, vorzugsweise einem Druck-Spannungswandler gesteuert, der den Druck im zentralen Kanal zwischen dem Proportionalventil 16 und der Einmündung der Passage 2 bzw. der Blende 4 ermittelt. Vorteilhafterweise werden Präzisionsdrucktransmitter in kleinster Bauweise und geringstem Totvolumen eingesetzt, um schnelle und langzeitstabile Regelgüte zu gewährleisten. Als Steuerelement werden Mikroprozessoren eingesetzt, die bei Fahrzeugen auch für die zeitkritische Funktion von ABS-Systemen eingesetzt werden. Diese Familie der Mikroprozessoren, vorzugsweise mit prädiktiver Regelung, ermöglicht eine entsprechende Performance, um das Regelsystem präzise und stabil zu realisieren. Stabilisierungszeiten (T10-90) von 7 ms können so erzielt werden, was gegenüber den herkömmlichen Systemen eine Halbierung bedeutet. Dazu tragen auch kleine und massearme Ventile bei. So können auch rasche Gasimpulse, die zu Fehlern in der Messung führen würden, bestmöglich ausgeglichen werden. Durch diese Vorteile kann das Modul auch für die schnelle und ultraschnelle Messtechnik eingesetzt werden, worunter eine Messdynamik mit Anstiegszeiten von maximal 1 ms verstanden wird.

Am dem Proportionalventil 16 gegenüberliegenden Ende des zentralen Kanals 8 ist hinter der letzten Einmündung eines Anschlusses 15 für eines der verwendeten Gase eine in den Abluftkanal bzw. direkt in die Atmosphäre führende Öffnung 18 mit einer Blende 19 vorgesehen, durch welche eine definierte Undichtheit des Gasregelmoduls hervorgerufen ist. Im dargestellten Beispiel ist die definierte Undichtheit über die Öffnung 18, welche durch Ver-

meidung von den Gasaustausch erschwerenden Sackbohrungen zu einer Konstruktion mit geringen Totvolumina, kurze Ausspülzeiten und schnellsten Ansprechzeiten des Analysesystems führt, nur beim Kalibrieren und Spülen des Gasregelmoduls wirksam.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Gasregelmodul im Längsschnitt, wobei der zentrale Bauteil 20 und die daran angebaute Bauteilgruppe aus Drucksensor 17 und Proportionalventil 16 zu erkennen sind. Der Drucksensor 17 kann wie im dargestellten Beispiel auch zwischen Blende 4 und Passage 2 angeordnet sein.

Im zentralen Bauteil 20, in welchem auch der zentrale Kanal 8 und die Passagen 2, 9, 10 usw. ausgebildet sind, ist der zentrale Kanal 8 über den Abschnitt 8a durch das Proportionalventil 16 umgeleitet. Mit empirischen Verfahren und rechnerischer Unterstützung werden die optimale Wandbeschaffenheit und optimalen geometrische Verhältnisse ermittelt, die für die verwendeten Gaskomponenten bestimmter Konzentration in einem definierten Trägergas mit gegebener Kohäsion und Zähigkeit die Flußdynamik in bestimmten Werkstoffen (z.B.: Edelstahl) optimiert.

Tests haben gezeigt, daß im Arbeitspunkt von 1 l/min zwischen 200 und 700 mbar mit Gasregelmodulen wie oben beschrieben eine Reproduzierbarkeit des Durchflusses von 1% absolut, im Zeitraum von einer Woche von 1,5% absolut, bei absoluten Druckabweichungen von 0,2% relativ, erzielt werden können. Damit können auch hohe Abtastraten im Bereich von 10 bis 30 MHz gefahren werden. Die gesamte Messzeit kann weiters auch noch durch Überladung, d.h. anfänglich sehr hohen Durchfluß, der nachgeschalteten Analyseeinheit verkürzt werden, in dem die gesamte Einschwingzeit verkürzt wird.

Die Ansteuerelektronik des Gasregelmoduls ist feldbuskompatibel und kann so von einem zentralen PC oder einer PLC angesteuert, fernbedient und ferngewartet werden. Durch die Ausführung entsprechender Zusatzfunktionen an Sensoren (Temperatur, Druck, Feuchte, usw.) und Softwarefunktion sind die Module in ein modernes Selbstdiagnosekonzept integriert. Probleme am Modul werden während eines Selbsttestes analysiert. Dieser Test wird beim Einschalten aber auch online durchgeführt. Instabile Zustände können so selbst korrigiert werden, oder im Bedarfsfalle an einen Operator weitergeleitet werden.

Ansprüche:

1. Gasregelmodul, mit Eingängen (1, 12, 15), Ausgängen (5, 11, 14) und pneumatischen Schaltelementen (3, 13, 16) für die Gase, dadurch gekennzeichnet, daß von einem ersten Eingang (1) eine Passage mit Absperrventil (3) unmittelbar zu einem ersten Ausgang (5) führt, während zwischen jedem weiteren Eingang (12, 15) und dem ersten Ausgang (5) eine Durchflussregeleinrichtung (16, 17) vorgesehen ist.
2. Gasregelmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchflußregeleinrichtung (16, 17) zwischen dem ersten Ausgang (5) und jedem weiteren Ausgang (11) eingesetzt ist.
3. Gasregelmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchflussregeleinrichtung durch ein Proportionalregelventil (16) und einen Drucksensor (17) gebildet ist.
4. Gasregelmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß alle weiteren Eingänge (12, 15) in einen gemeinsamen Kanal (8) zum ersten Ausgang (5) münden, von welchem vorzugsweise auch jeder weitere Ausgang (11, 14) abzweigt.
5. Gasregelmodul nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (8) auf der der Durchflussregeleinrichtung (16, 17) entgegengesetzten Seite eine definierte Undichtheit (18, 19) aufweist.
6. Gasregelmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gruppe von Eingängen (1, 12) unmittelbar mit je einem zugehörigen Ausgang (7, 14) verbunden ist.
7. Verfahren zur Durchflussregelung in einem Gasregelmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der vom Gas durchströmbare Querschnitt derart verändert wird, daß der Druck stromabwärts der querschnittsveränderlichen Stelle konstant gehalten wird.

Fig. 1

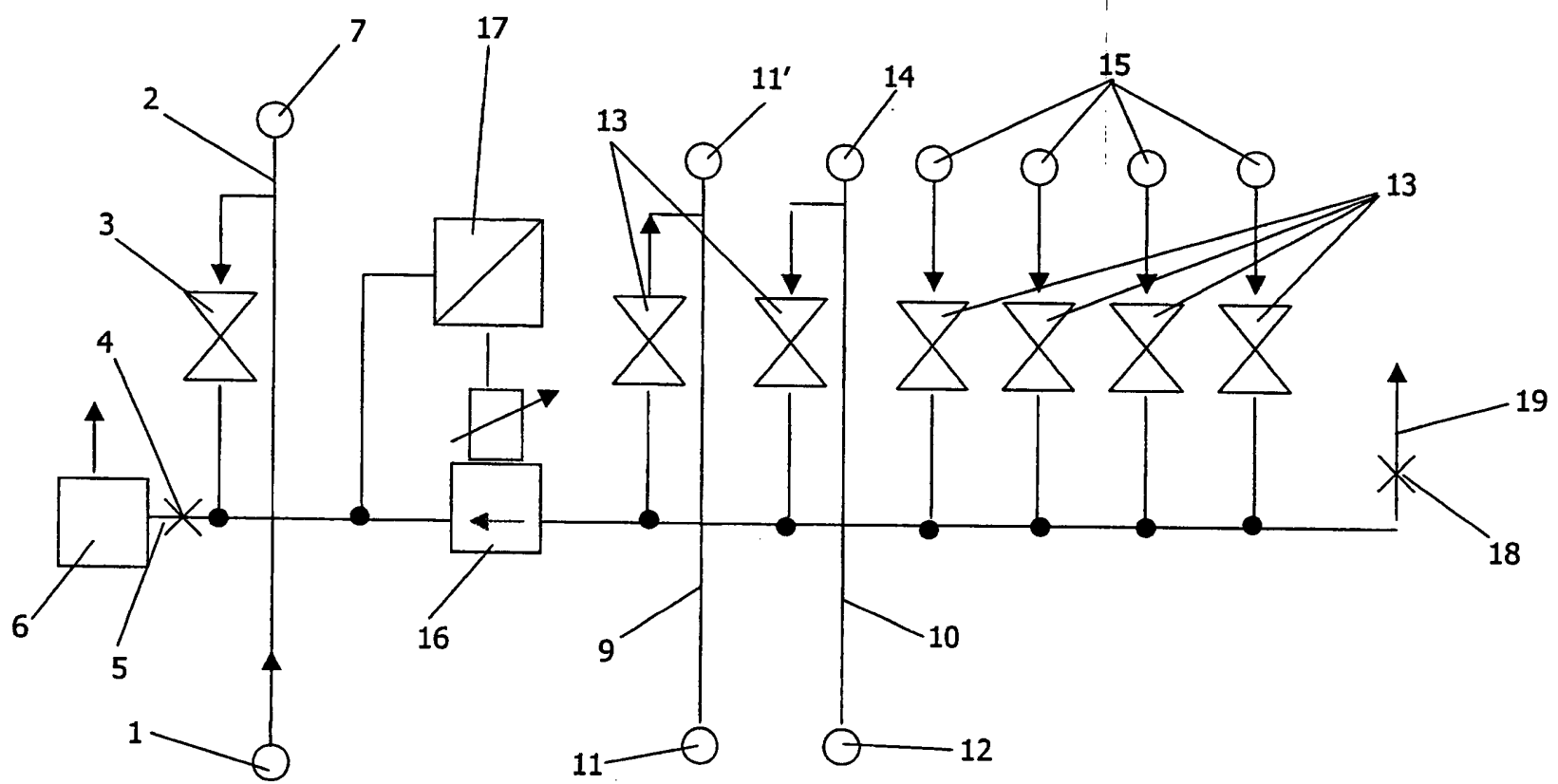


Fig. 2

