

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 4/2012
(22) Anmeldetag: 02.01.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2012

(51) Int. Cl. : **G01M 3/26** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 9318384 A1

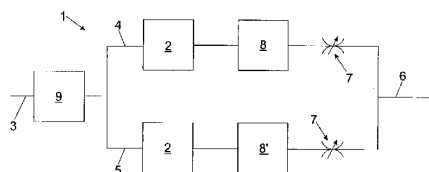
(73) Patentinhaber:
ENGEL AUSTRIA GMBH
4311 SCHWERTBERG (AT)

(72) Erfinder:
RASCHKE FLORIAN
OHLSDORF (AT)

(54) LECKAGEERKENNUNG

(57) Verfahren zur Überwachung einer Vorrichtung zur Temperiermedierversorgung (1) eines Werkzeugs (2) einer Spritzgießmaschine, wobei die Vorrichtung zur Temperiermedierversorgung (1) einen Vorlauf (3) und einen Rücklauf (6) aufweist, zwischen denen wenigstens zwei Zweigleitungen (4, 5) strömungstechnisch parallel angeordnet sind, wobei in jeder der wenigstens zwei Zweigleitungen (4, 5) ein Durchflusssensor (8, 8') angeordnet ist, wobei durch einen Vergleich der von den Durchflusssensoren (8, 8') gelieferten Messdaten zwischen Druckschwankungen im Vorlauf (3) oder im Rücklauf (6) und dem Vorliegen eines Lecks unterschieden wird.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung einer Vorrichtung zur Temperiermedienversorgung eines Werkzeugs einer Spritzgießmaschine, wobei die Vorrichtung zur Temperiermedienversorgung einen Vorlauf und einen Rücklauf aufweist, zwischen denen wenigstens zwei Zweigleitungen strömungstechnisch parallel angeordnet sind, wobei in jedem der wenigstens zwei Zweigleitungen ein Durchflusssensor angeordnet ist.

[0002] Werkzeuge für die Kunststoffverarbeitung werden in der Regel an eine Vorrichtung zur Temperiermedienversorgung angebunden, die zumindest über einen Vorlauf, einen Rücklauf und dazwischen angeordnete Zweigleitungen (Kanalkreise) aufweist. Diese Werkzeuge sind in der Regel mit einem Kanalsystem ausgeführt.

[0003] Dieses Kanalsystem ermöglicht Fluiden den Zutritt zu Bereichen innerhalb eines Werkzeuges, in welchen Energie zugeführt oder abgeführt werden soll. Bei vielen kunststoffverarbeitenden Verfahren - so auch beim Spritzgießen - ist es von Bedeutung, gezielt Einfluss auf die Temperatur in einzelnen Bereichen eines Werkzeuges nehmen zu können, weshalb sich das gesamte Kanalsystem im Werkzeug oft aus mehreren Kanalkreisen zusammensetzt.

[0004] Die Zufuhr von Fluiden zu Werkzeugen erfolgt bei der Kunststoffverarbeitung meist zentral, weshalb bei Werkzeugen mit mehreren Kanalkreisen eine Aufteilung der Volumenströme vor dem Eintritt in das Werkzeug erforderlich ist. Die Aufteilung eines zentralen Fluidzustromes auf einzelne Kanalkreise erfolgt durch Verteilereinheiten.

[0005] Je nach eingesetztem Fluid, Zweigleitungsanzahl, Durchflussmenge und sonstigen Anforderungen sind unterschiedliche Verteilereinheiten am Markt verfügbar. Seit einiger Zeit ist verstärkt ein Trend hin zu hochwertigen Verteilereinheiten, welche mit Sensoren ausgestattet sind, zu beobachten. Mit diesen Sensoren werden in der Regel Durchflüsse, Temperaturen und in seltenen Fällen auch Drücke gemessen um Vorgänge und Zustände rund um die Temperierung von Werkzeugen zu überwachen.

[0006] Immer öfter erfolgt auch die Integration von zusätzlichen Sensoren zur Erkennung von Fluidverlusten aus dem Kreislaufsystem.

[0007] Fluidverluste aus dem Kreislaufsystem - auch unter dem Begriff Leck oder Leckagen bekannt - stellen generell für Produktionsunternehmen immer wieder auftretende Probleme dar und können beträchtliche wirtschaftliche Schäden mit sich ziehen, vor allem dann, wenn un bemerkt - beispielsweise außerhalb der Betriebszeit - große Mengen an Fluiden durch Schlauchbrüche, Ausreißen von Anschlüssen, etc. ausströmen.

[0008] Systeme zur Erkennung von Fluidverlusten bieten sich deshalb zur Integration in Verteilereinheiten an.

[0009] Es sind eine Reihe von Methoden zur Erkennung von Fluidverlusten aus Temperierkreisläufen bekannt:

[0010] - Im Vorlauf und im Rücklauf erfolgt die Messung der Durchflussmenge. Dazu werden an den entsprechenden Positionen zusätzliche Sensoren zur Messung integriert. Fluidverluste, welche zwischen den Sensoren auftreten, ergeben sich aus der Berechnung der Durchflussdifferenz.

[0011] Diese Methode hat den Nachteil, dass zusätzliche Sensoren zur Messung der Durchflüsse erforderlich sind. Neben den Mehrkosten für die Sensoren ist ein erhöhter Platzbedarf zu verzeichnen. Bei Ausfall eines Sensors oder bei Signalschwankungen ist eine sichere Erkennung von Fluidverlusten nicht mehr gewährleistet.

[0012] - In den parallelen Zweigleitungen sind mindestens zwei Sensoren zur Durchflussmessung integriert. Die Berechnung der Durchflussdifferenz stellt die Überwachungsbasis von Fluidverlusten für jene Zweigleitungen dar, welche zwischen den Sensoren angeordnet sind.

[0013] Diese Methode hat den Nachteil, dass je paralleler Zweigleitung mindestens zwei Sensoren zur Messung der Durchflüsse zum Einsatz kommen, was deutliche Mehrkosten zur Folge hat. Neben den Mehrkosten bedeutet jeder zusätzliche Sensor im System ein erhöhtes Risiko eines Sensorausfalls.

[0014] - Im gesamten System wird mindestens ein Druckwert erfasst. Dessen rascher Abfall kann auf einen plötzlich entstandenen Fluidverlust aus dem System hinweisen.

[0015] Diese Methode hat den Nachteil, dass nur sehr große Fluidverluste erkannt werden. Bewusste Druckänderungen im Kreislaufsystem können von Fluidverlusten nicht unterschieden werden. Weiters ist die Erkennung von Fluidverlusten stark von der Position der Druckmessung zum Ort des Fluidverlustes abhängig.

[0016] Aufgabe der Erfindung ist es, ein gegenüber dem Stand der Technik vereinfachtes Verfahren zur Überwachung einer Vorrichtung zur Temperiermedienversorgung eines Werkzeugs einer Spritzgießmaschine bereit zu stellen.

[0017] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0018] Als Fluide kommen bevorzugt Flüssigkeiten, insbesondere Wasser, zum Einsatz.

[0019] Jeder Zustand und jedes Ereignis im Kreislaufsystem der Vorrichtung zur Temperiermedienversorgung kann durch Auswertung der Messsignale von Druck- und Durchflusssensoren beschrieben werden. Die Erkennung von Zuständen und Ereignissen erfolgt aus dem Zusammenspiel von Messdaten aus dem in die Temperierkreisläufe eingebrachten Druck- und/oder Durchflusssensoren, wobei sich vorzugsweise mindestens ein Druck- oder Durchflusssensor im Vorlauf befindet und jeweils mindestens ein Durchflusssensor in jeder Zweigleitung.

[0020] Es werden der stationäre Zustand sowie die Ereignisse „Fluidverlust aus dem Kreislaufsystem (Leck)“, „Druck- und Durchflussschwankung im Vor- und Rücklauf“ und „Veränderung des Widerstandes nach Aufteilung des Fluides auf die parallelen Zweigleitungen durch ein Stellglied (Regelung)“ unterschieden. Durch das Zusammenspiel von Messdaten von mindestens drei Sensoren ist die Charakterisierung eines Zustandes oder eines Ereignisses erreichbar. Bei der Ausprägung von Messdaten wird zwischen steigenden Verläufen, fallenden Verläufen und Verläufen welche sich im Wesentlichen nicht verändern, unterschieden. Die Ausprägung der Messdaten ist neben den eingesetzten Sensoren auch von der Position eines Fluidverlustes im Kreislauf zum Sensor und von der Position möglicher vorhandener Stellglieder zum Sensor abhängig.

[0021] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können Leckagen zwischen dem Sensor im Vorlauf und den Sensoren in den parallelen Kreisen erkannt werden. Eine Leckage nach einem Durchflusssensor in einer der parallelen Zweigleitungen kann zunächst nicht von einer Änderung am Stellglied unterschieden werden. Bei einem Fluidverteiler mit automatischer Mengenregelung ist der Steuerung jedoch bekannt, wann ein Regelvorgang erfolgt. Hier ist also eine Abgrenzung zur Leckage nach dem Sensor gegeben und diese kann erkannt werden (siehe Tabelle „Leck in Zweigleitung 4 nach Durchflusssensor 8 in dieser Leitung“).

[0022] Bei Fluidverteilern mit automatischer Mengenregelung oder bei Verteilern ohne Möglichkeit der Mengeneinstellung kann man durch die Kenntnis des Regelvorgangs bzw. dadurch, dass kein Regelvorgang stattfinden kann, noch einen Schritt weitergehen und den Sensor im zentralen Vorlauf einsparen. Leckagen müssen in diesem Fall nur noch von Druckschwankungen unterschieden werden. Bei Druckschwankungen ändern sich die Durchflüsse in den einzelnen Zweigleitungen proportional, bei Leckagen reagiert die betroffene Zweigleitung immer stärker als die anderen. Besteht die Möglichkeit, dass es durch eine mechanische Einwirkung zu einer Querschnittsänderung einer (betroffenen) Zweigleitung - zum Beispiel durch Knicken eines Schlauches der betroffenen Zweigleitung - so führt dies zum selben Sensorverhalten wie bei Durchführung eines Regelvorganges durch Betätigung eines Stellgliedes. In diesem Fall ist ein Druck- oder Durchflusssensor erforderlich.

[0023] Vorteile der Erfindung gegenüber dem Stand der Technik:

- [0024]** - Bei den meisten am Markt angebotenen Verteilereinheiten sind Sensoren zur Messung von Durchflüssen in den parallelen Zweigleitungen bereits integriert. Um die Fluidverlust-Erkennung in die Verteilereinheit zu integrieren ist lediglich ein zusätzlicher Drucksensor notwendig. In seltenen Fällen ist der Drucksensor bereits in die Verteilereinheit eingebaut. Dadurch entfallen Mehrkosten für zusätzliche Sensoren.
- [0025]** - Durch die Integration der Sensoren in die Verteilereinheit ist ein Anbau zusätzlicher Sensoren nicht mehr notwendig, wodurch der Platzbedarf für die Verteilereinheiten sinkt.
- [0026]** - Durch den Anbau von zusätzlichen Durchflusssensoren an der Verteilereinheit ist zwar eine Erkennung von Fluidverlusten möglich, jedoch kann der Fluidverlust keinem Kreis zugeordnet werden. Durch die Auswertung des Zusammenspiels von Messsignalen von Druck- und Durchflusssensoren kann der Fluidverlust dem betreffenden parallelen Zweigleitung zugeordnet werden.
- [0027]** - Durch die Auswertung des Zusammenspiels von Messsignalen mehrerer Sensoren können Zustände und Ereignisse im Kreislaufsystem erkannt werden. Dazu zählen beispielsweise Druck- und Durchflussschwankungen in der zentralen Fluidversorgung oder die Änderung von Durchflüssen in einzelnen parallelen Zweigleitungen, welche durch Stellvorgänge hervorgerufen werden.

[0028] Einzelheiten der Erfindung werden anhand der Figuren an verschiedenen Ausführungsbeispielen diskutiert. Beispielhaft sind nur zwei Zweigleitungen dargestellt. Es könnten natürlich auch mehr Zweigleitungen vorgesehen sein.

[0029] Figur 1:

[0030] • Drucksensor 9 im zentralen Vorlauf 3

[0031] • Durchflusssensor 8, 8' in jeder parallelen Zweigleitung 4, 5

	Ereignis	Signalverlauf		
		Drucksensor 9	Durchflusssensor 8	Durchflusssensor 8'
a	Leck in Zweigleitung 4 zwischen Drucksensor 9 und Durchflusssensor 8	↓↓	↓↓	↑/↔/↓
b	Stellglied in Zweigleitung 4 öffnen	↓↓	↑↑	↓↓
c	Stellglied in Zweigleitung 4 schließen	↑↑	↓↓	↑↑
d	Druck im zentralen Vorlauf 3 steigt	↑↑	↑↑	↑↑
e	Druck im zentralen Vorlauf 3 sinkt	↓↓	↓↓	↓↓
f	Druck im zentralen Rücklauf 6 steigt	↑↑	↓↓	↓↓
g	Druck im zentralen Rücklauf 6 sinkt	↓↓	↑↑	↑↑

[0032] Erörterungen zu den einzelnen Ereignissen

[0033] a) Durch ein Leck in der Zweigleitung 4 sinkt der gesamte Fließwiderstand im Kanalsys-

tem und folglich sinkt auch der gemessene Druck am Drucksensor 9. Gleichzeitig sinkt der gemessene Volumenstrom am Durchflusssensor 8, da ein Teil des eigentlichen Volumenstromes über das Leck aus der Zweigleitung verloren geht.

Der vom Durchflusssensor 8' gemessene Volumenstrom verhält sich im Falle eines Lecks in Zweigleitung 4 steigend, fallend oder gleich bleibend. Das Verhalten des Volumenstroms in Zweigleitung 5 ist abhängig von der Position des Lecks in Zweigleitung 4. Die Signaländerung des Durchflusssensors 8' bei einem Leck in Zweigleitung 4 ist immer deutlich geringer als jene des Durchflusssensors 8.

- [0034]** b) Durch das Öffnen eines Stellgliedes (Durchflussregelventil 7) steigt der Durchfluss in Zweigleitung 4 und der gemessene Druck am Drucksensor 9 fällt. Dadurch dass der Druck im zentralen Vorlauf 3 sinkt, und sich die geometrischen Verhältnisse in Zweigleitung 5 nicht ändern, sinkt die Druckdifferenz zwischen zentralem Vorlauf 3 und Rücklauf 6. Folglich fällt der Durchfluss in Zweigleitung 5 ab. Durch das Öffnen eines Stellgliedes steigt der Gesamtdurchfluss immer an. In der Regel gilt: Signalanstieg Durchflusssensor 8 $\neq$ Signalabfall Durchflusssensor 8'.
- [0035]** c) Durch das Schließen eines Stellgliedes (Durchflussregelventil 7) sinkt der Durchfluss in Zweigleitung 4 und der gemessene Druck am Drucksensor 9 steigt. Dadurch dass der Druck im zentralen Vorlauf 3 steigt, und sich die geometrischen Verhältnisse in Zweigleitung 5 nicht ändern, erhöht sich die Druckdifferenz zwischen zentralem Vorlauf 3 und Rücklauf 6. Folglich steigt der Durchfluss in Zweigleitung 5 an. Durch das Schließen eines Stellgliedes fällt der Gesamtdurchsatz immer ab. In der Regel gilt: Signalabfall Durchflusssensor 8 $\neq$ Signalanstieg Durchflusssensor 8'.
- [0036]** d) Ein Druckanstieg im zentralen Vorlauf 3 bedeutet eine Erhöhung der Druckdifferenz zwischen dem zentralen Vorlauf 3 und Rücklauf 6. Folglich steigen die Durchflüsse in allen Zweigleitungen 4, 5. Der Anstieg des Durchflusses in den Zweigleitungen 4, 5 verhält sich prozentual etwa gleich.
- [0037]** e) Ein Druckabfall im zentralen Vorlauf 3 verhält sich gegenläufig zu Punkt d).
- [0038]** f) Steigt der Druck im zentralen Rücklauf 6 so kommt es auch zu einem Ansteigen des Druckes im zentralen Vorlauf 3. Die Druckdifferenz zwischen dem zentralen Vorlauf 3 und Rücklauf 6 wird insgesamt verringert und die Durchflüsse in den Zweigleitungen 4, 5 sinken. Der Abfall der Durchflüsse in den parallelen Zweigleitungen 4, 5 verhält sich prozentual etwa gleich.
- [0039]** g) Ein Druckabfall im zentralen Rücklauf 6 verhält sich gegenläufig zu Punkt f).

[0040] Figur 2:

[0041] • Durchflusssensor 10 im zentralen Vorlauf 3

[0042] • Durchflusssensoren 8, 8' in jeder parallelen Zweigleitung 4, 5

	Ereignis	Signalverlauf		
		Durchflusssensor 10	Durchflusssensor 8	Durchflusssensor 8'
a	Leck in Zweigleitung 4 zwischen Durchflusssensor 10 und Durchflusssensor 8	↑↑	↓↓	↑/↔/↓
b	Stellglied in Zweigleitung 4 öffnen	↑↑	↑↑	↓↓
c	Stellglied in Zweigleitung 4 schließen	↓↓	↓↓	↑↑

d	Druck im zentralen Vorlauf 3 steigt	↑↑	↑↑	↑↑
e	Druck im zentralen Vorlauf 3 sinkt	↓↓	↓↓	↓↓
f	Druck im zentralen Rücklauf 6 steigt	↓↓	↓↓	↓↓
g	Druck im zentralen Rücklauf 6 sinkt	↑↑	↑↑	↑↑

[0043] Erörterungen zu den einzelnen Ereignissen:

[0044] a) Durch ein Leck in der parallelen Zweigleitung 4 sinkt der gesamte Fließwiderstand im Kanalsystem und der Gesamtdurchfluss im Vorlauf 3 steigt. Gleichzeitig sinkt der gemessene Volumenstrom am Durchflusssensor 8, da ein Teil des eigentlichen Volumenstromes über das Leck aus der Zweigleitung 4 verloren geht. Der durch den Durchflusssensor 8' gemessene Volumenstrom verhält sich im Falle eines Lecks in der Zweigleitung 4 steigend, fallend oder gleich bleibend. Das Verhalten des Volumenstroms in Zweigleitung 5 ist abhängig von der Position des Lecks in der Zweigleitung 4.

Die Signaländerung des Durchflusssensors 8' bei einem Leck in Zweigleitung 4 ist immer deutlich geringer als jene des Durchflusssensors 8.

[0045] b) Durch das Öffnen eines Stellgliedes (Durchflussregelventil 7) steigt der Durchfluss in Zweigleitung 4 und der Gesamtdurchfluss im Vorlauf 3. Dadurch, dass der Druck im zentralen Vorlauf 3 sinkt, und sich die geometrischen Verhältnisse in Zweigleitung 5 nicht ändern, sinkt die Druckdifferenz zwischen zentralem Vorlauf 3 und Rücklauf 6. Folglich fällt der Durchfluss in Zweigleitung 5 ab. Durch das Öffnen eines Stellgliedes steigt der Gesamtdurchfluss immer an. In der Regel gilt: Signalanstieg Durchflusssensor 8 ≠ Signalabfall Durchflusssensor 8'.

[0046] c) Durch das Schließen eines Stellgliedes (Durchflussregelventil 7) sinkt der Durchfluss in Zweigleitung 4 und der Gesamtdurchfluss im Vorlauf 3. Dadurch, dass der Druck im zentralen Vorlauf 3 steigt, und sich die geometrischen Verhältnisse in Zweigleitung 5 nicht ändern, erhöht sich die Druckdifferenz zwischen zentralem Vorlauf 3 und Rücklauf 6. Folglich steigt der Durchfluss in Zweigleitung 5 an. Durch das Schließen eines Stellgliedes fällt der Gesamtdurchsatz immer ab. In der Regel gilt: Signalabfall Durchflusssensor 8 ≠ Signalanstieg Durchflusssensor 8'.

[0047] d) Ein Druckanstieg im zentralen Vorlauf 3 bedeutet eine Erhöhung der Druckdifferenz zwischen dem zentralen Vorlauf 3 und Rücklauf 6. Folglich steigen die Durchflüsse in allen Zweigleitungen 4, 5. Der Anstieg des Durchflusses in den Zweigleitungen 4, 5 verhält sich prozentual etwa gleich.

[0048] e) Ein Druckabfall im zentralen Vorlauf 3 verhält sich gegenläufig zu Punkt d).

[0049] f) Steigt der Druck im zentralen Rücklauf 6, so kommt es auch zu einem Ansteigen des Druckes im zentralen Vorlauf 3. Die Druckdifferenz zwischen dem zentralen Vorlauf 4 und Rücklauf 6 wird insgesamt verringert und die Durchflüsse in den Zweigleitungen 4, 5 sinken. Der Abfall der Durchflüsse in den Zweigleitungen 4, 5 verhält sich prozentual etwa gleich.

[0050] g) Ein Druckabfall im zentralen Rücklauf verhält sich gegenläufig zu Punkt f).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung einer Vorrichtung zur Temperiermedierversorgung (1) eines Werkzeugs (2) einer Spritzgießmaschine, wobei die Vorrichtung zur Temperiermedierversorgung (1) einen Vorlauf (3) und einen Rücklauf (6) aufweist, zwischen denen wenigstens zwei Zweigleitungen (4, 5) strömungstechnisch parallel angeordnet sind, wobei in jeder der wenigstens zwei Zweigleitungen (4, 5) ein Durchflusssensor (8, 8') angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch einen Vergleich der von den Durchflusssensoren (8, 8') gelieferten Messdaten zwischen Druckschwankungen im Vorlauf (3) oder im Rücklauf (6) und dem Vorliegen eines Lecks unterschieden wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Vorlauf (3) ein Druck- oder Durchflusssensor (9, 10) angeordnet ist, dessen Messdaten im Vergleich der von den in den wenigstens zwei Zweigleitungen (4, 5) angeordneten Durchflusssensoren (8, 8') gelieferten Messdaten berücksichtigt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer proportionalen Änderung der Durchflüsse in den wenigstens zwei Zweigleitungen (4, 5) auf eine Druckschwankung im Vorlauf (3) oder im Rücklauf (6) rückgeschlossen wird und bei einer nicht proportionalen Änderung einer der wenigstens zwei Zweigleitungen (4, 5) auf ein Leck in einer dieser Zweigleitungen (4, 5) rückgeschlossen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Änderung des Durchflusses in einer betroffenen Zweigleitung (4, 5) der wenigstens zwei Zweigleitungen (4, 5) und einer gleichzeitigen gegenläufigen Änderung des Durchflusses in der wenigstens einen anderen Zweigleitung (4, 5) und einer gleichzeitigen Änderung des Druckes im Vorlauf (3) analog zur Änderung des Durchflusses in der wenigstens einen anderen Zweigleitung (4, 5) auf einen Regelvorgang oder das Vorliegen einer Querschnittsänderung der betroffenen Zweigleitung (4, 5) rückgeschlossen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Änderung des Durchflusses in einer betroffenen Zweigleitung (4, 5) der wenigstens zwei Zweigleitungen (4, 5) und einer gleichzeitigen gegenläufigen Änderung des Durchflusses in der wenigstens einen anderen Zweigleitung (4, 5) und einer gleichzeitigen Änderung des Durchflusses im Vorlauf (3) analog zur Änderung des Durchflusses in der betroffenen Zweigleitung (4, 5) auf einen Regelvorgang oder das Vorliegen einer Querschnittsänderung der betroffenen Zweigleitung (4, 5) rückgeschlossen wird.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

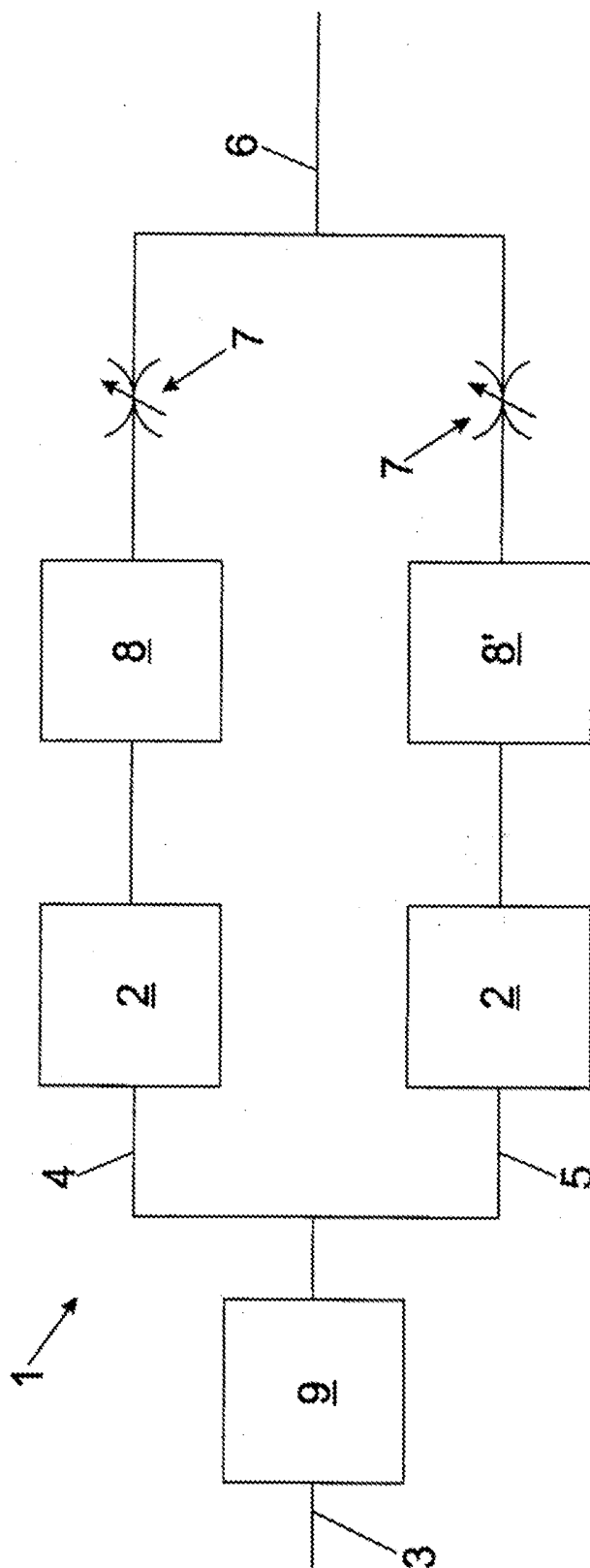


Fig. 1

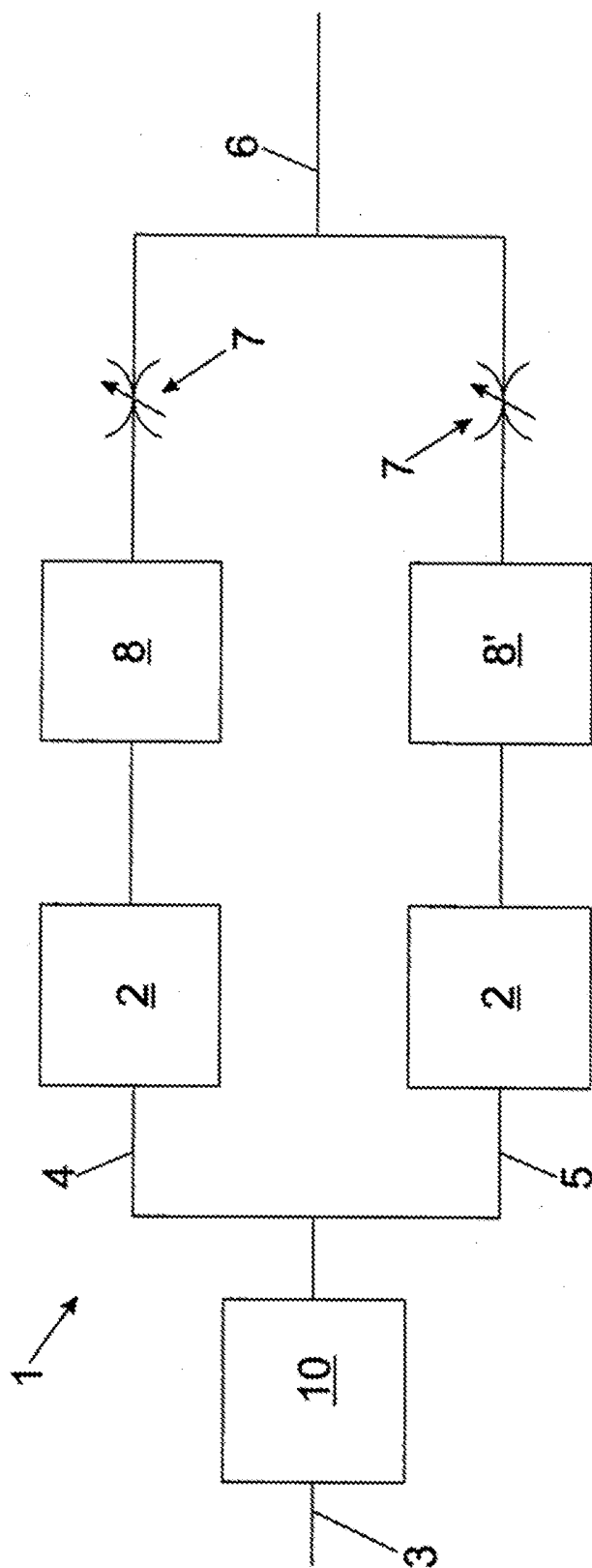


Fig. 2