



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.04.2006 Patentblatt 2006/15

(51) Int Cl.:
F15B 11/068^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05020433.8**

(22) Anmeldetag: **20.09.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Decker, Andreas**
70825 Korntal (DE)
• **Messerschmidt, Karl**
73730 Esslingen (DE)
• **Gebauer, Günter**
73728 Esslingen (DE)

(30) Priorität: **06.10.2004 DE 202004015468 U**

(71) Anmelder: **FESTO AG & Co**
73734 Esslingen (DE)

(74) Vertreter: **Vogler, Bernd et al**
Patentanwälte
Magenbauer & Kollegen
Plochinger Strasse 109
73730 Esslingen (DE)

(54) **Softstartvorrichtung für Druckluftsysteme**

(57) Bei einer Softstartvorrichtung für Druckluftsysteme mit einem Primäreinlass (P1), an dem Druckluft unter Primärdruck zuführbar ist, wobei der Primäreinlass (P1) mit einem, mit wenigstens einem Verbraucher koppelbaren Sekundärauslass (P2) über eine Ventilschaltung verbunden ist, an dem Druckluft unter Sekundärdruck abführbar ist, wobei der Sekundärdruck kleiner oder gleich dem Primärdruck ist, wobei zwischen Primäreinlass (P1) und Sekundärauslass (P2) ein Hauptventil vom Typ 2/2-nc (normally closed) eingeschaltet ist, das mittels eines Bypasses (17) umgehbar ist, wobei im Bypass (17) eine Drosseleinrichtung (13) eingeschaltet ist, wobei Hauptventil (WV5) und Drosseleinrichtung (13) zusammen mit weiteren Ventilen (WV1, WV2, WV3,

WV4; WV6; RV) der Ventilschaltung miteinander verschaltet sind und die Ventilschaltung in eine derartige Standard-Entlüftungsschaltstellung versetzbar ist, dass der Sekundärauslass (P2) entlüftet wird, sind die Ventile (WV1, WV2, WV3, WV4, WV5; WV6; RV) der Ventilschaltung derart miteinander verschaltet, dass zusätzlich zur Standard-Entlüftungsschaltstellung mehrere weitere Entlüftungsschaltstellungen möglich sind, wobei sich jeweils eine der weiteren Entlüftungsschaltstellungen ergibt, wenn bei dem normalerweise die Standard-Entlüftungsschaltstellung hervorruftenden Betätigungsvorgang ein beliebiges einzelnes der vorhandenen Ventile (WV1, WV2, WV3, WV4, WV5; WV6; RV) eine Fehlfunktion aufweist.

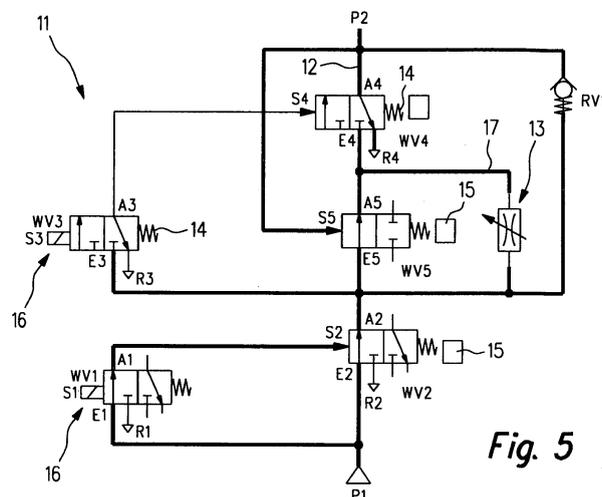


Fig. 5

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Softstartvorrichtung für Druckluftsysteme,

- mit einem Primäreinlass, an dem Druckluft unter Primärdruck zuführbar ist,
- wobei der Primäreinlass mit einem, mit wenigstens einem Verbraucher koppelbaren Sekundärauslass über eine Ventilschaltung verbunden ist, an dem Druckluft unter Sekundärdruck abführbar ist, wobei der Sekundärdruck kleiner oder gleich dem Primärdruck ist,
- wobei zwischen Primäreinlass und Sekundärauslass ein Hauptventil vom Typ 2/2-nc (normally closed) eingeschaltet ist, das mittels eines Bypasses umgehbar ist, wobei im Bypass eine Drosseleinrichtung eingeschaltet ist,
- wobei Hauptventil und Drosseleinrichtung zusammen mit weiteren Ventilen der Ventilschaltung derart miteinander verschaltet sind, dass bei einem Startvorgang, bei zunächst gesperrtem Hauptventil, Druckluft mit gegenüber dem Primärdruck geringem, allmählich ansteigendem Sekundärdruck am Sekundärauslass anliegt, bis ab einem bestimmten Verhältnis zwischen Sekundär- und Primärdruck ein Schaltvorgang des Hauptventils in seine Offenstellung stattfindet, sodass dann Druckluft mit Primärdruck zum Sekundärauslass gelangt, und
- die Ventilschaltung in eine derartige Standard-Entlüftungsschaltstellung versetzbar ist, dass der Sekundärauslass entlüftet wird.

[0002] Softstartvorrichtungen werden in Druckluftsystemen dazu verwendet, druckstoßempfindliche Funktionseinheiten, wie beispielsweise Wartungsgeräte etc., mit Druckluft zu versorgen, wobei der Druck allmählich von einem relativ niedrigen Sekundärdruck auf den Primär- bzw. Betriebsdruck ansteigt. Dadurch werden Druckstöße mit hohem, schädlichem Primärdruck vermieden. Druckstoßanfälligen Funktionseinheiten sind beispielsweise Filtereinheiten oder doppeltwirkende Pneumatikzylinder. Im Falle von doppeltwirkenden Pneumatikzylindern kann es vorkommen, dass sich der Kolben im "drucklosen" Zustand des Zylinders in einer Mittelstellung befindet, sodass, würde der volle Druckstoß auf den Kolben wirken, dieser schlagartig in eine der Endstellungen fahren könnte, was zu Beschädigungen am Kolben oder am Endanschlag des Zylinders führen könnte. Gefahrbringende Bewegungen können vor allem auch zu Personenschäden führen. Dies wird durch den Softstart verhindert, so dass der Kolben relativ langsam in seine Endlage fährt.

[0003] Eine Softstartvorrichtung der eingangs erwähn-

ten Art ist beispielsweise in der EP 0 758 063 B1 offenbart, in der ein Startventil in Form eines Sitzventils beschrieben ist, wobei das Ventil über eine Schnellentlüftung entlüftet wird. Das Startventil besitzt ein Gehäuse, in dem ein einziger, vom Einlass bis zum Auslass verlaufender Strömungsweg ausgebildet ist, wobei im Strömungsweg das als Drossel wirkende Sitzventil angeordnet ist.

[0004] In Druckluftsystemen müssen bestimmte Sicherheitsaspekte beachtet werden. Diese sind beispielsweise in der Norm EN 954-1 und in der Folge-Norm DIN EN ISO 13849-1 kategorisiert. Um die Kategorie 3 der Norm EN 954-1 zu erfüllen, ist gefordert, dass die Druckluftvorrichtung eine sogenannte "Ein-Fehler-Sicherheit" bei sicherheitsrelevanten Funktionen aufweist. Das bedeutet, dass trotz eines einzelnen Fehlers im System eine Entlüftung möglich sein muss.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Softstartvorrichtung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die eine "Ein-Fehler-Sicherheit" beim Entlüften bietet und somit die Kategorie 3 der vorgenannten Norm erfüllt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch eine Softstartvorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

[0007] Die erfindungsgemäße Softstartvorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Ventile der Ventilschaltung derart miteinander verschaltet sind, dass zusätzlich zur Standard-Entlüftungsschaltstellung mehrere weitere Entlüftungsschaltstellungen möglich sind, wobei sich jeweils eine der weiteren Entlüftungsschaltstellungen ergibt, wenn bei dem normalerweise die Standard-Entlüftungsschaltstellung hervorrufenden Betätigungsvorgang ein beliebiges einzelnes der vorhandenen Ventile eine Fehlfunktion aufweist.

[0008] Der Sekundärauslass kann also bei Fehlfunktion eines der Ventile trotzdem entlüftet werden, da die Softstartvorrichtung insgesamt eine "Ein-Fehler-Sicherheit" aufweist. Damit genügt sie den Erfordernissen der Norm EN 954-1, Kategorie 3.

[0009] Bei einer Weiterbildung der Erfindung hat die Softstartvorrichtung folgenden Aufbau der Ventilschaltung:

- der Einlass eines zweiten Wegeventils vom Typ 3/2-nc (normally closed) ist mit dem Primäreinlass und der Auslass des zweiten Wegeventils in Parallelschaltung mit dem Einlass des als fünftes Wegeventil vom Typ 2/2-nc ausgebildeten Hauptventils, mit dem Einlass eines dritten Wegeventils vom Typ 3/2-nc, mit dem Eingang der Drosseleinrichtung und mit dem Ausgang eines in Richtung Sekundärauslass sperrenden Rückschlagventils verbunden, wobei das zweite Wegeventil über einen Entlüftungsabgang entlüftbar und steuerseitig mit dem Primäreinlass gekoppelt ist,
- der Einlass eines zur Ansteuerung des zweiten We-

geventils dienenden ersten Wegeventils vom Typ 3/2-nc ist mit dem Primäreinlass und der Auslass mit der Steuerseite des zweiten Wegeventils verbunden, wobei das erste Wegeventil über einen Entlüftungsabgang entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel aktiv schaltbar ist,

- der Auslass des fünften Wegeventils ist mit dem Einlass eines vierten Wegeventils vom Typ 3/2-nc und parallel mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung verbunden, wobei das fünfte Wegeventil steuerseitig mit dem Auslass des vierten Wegeventils gekoppelt ist,
- der Auslass des zur Ansteuerung des vierten Wegeventils dienenden dritten Wegeventils ist mit der Steuerseite des vierten Wegeventils gekoppelt, wobei das dritte Wegeventil über einen Entlüftungsabgang entlüftbar ist und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel aktiv schaltbar ist,
- der Auslass des vierten Wegeventils ist parallel zur Kopplung mit der Steuerseite des fünften Wegeventils mit dem Sekundärauslass und mit dem Eingang des Rückschlagventils verbunden, wobei das vierte Wegeventil über einen Entlüftungsabgang entlüftbar ist.

[0010] In bevorzugter Weise bilden das erste und zweite Wegeventil zusammen eine dem fünften Wegeventil bzw. Hauptventil vorgeschaltete Einschaltstufe und das dritte, vierte und fünfte Wegeventil zusammen mit der Drosseleinrichtung und dem Rückschlagventil eine den Softstart ermöglichende Softstartstufe. Die Einschaltstufe kann in einer Einschaltventileinheit und die Softstartstufe in einer separaten, von der Einschaltventileinheit trennbaren Softstartventileinheit angeordnet sein. Die erfindungsgemäße Softstartvorrichtung kann also aus zwei separaten Baueinheiten bestehen, von denen die eine Baueinheit eine "Einschaltfunktion" und die andere Baueinheit eine "Softstartfunktion" aufweist.

[0011] Bei einer Alternative hat die Ventilschaltung folgenden Aufbau:

- der Einlass des als fünftes Wegeventil vom Typ 2/2-nc ausgebildeten Hauptventils ist mit dem Primäreinlass und der Auslass mit dem Einlass eines vierten Wegeventils vom Typ 3/2-nc und parallel dazu mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung verbunden, wobei das fünfte Wegeventil steuerseitig mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung und zusätzlich mit einem Auslass eines sechsten Wegeventils vom Typ 4/2-nc gekoppelt ist,
- der Einlass des ersten Wegeventils vom Typ 3/2-nc ist mit dem Primäreinlass und der Auslass ist mit dem Eingang eines dritten Wegeventils vom Typ 3/2-nc und parallel dazu mit der Steuerseite des

sechsten Wegeventils verbunden, wobei das erste Wegeventil über einen Entlüftungsabgang entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel aktiv schaltbar ist,

- der Auslass des dritten Wegeventils ist mit der Steuerseite eines vierten Wegeventils vom Typ 3/2-nc gekoppelt, wobei das dritte Wegeventil über einen Entlüftungsabgang entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel aktiv schaltbar ist,
- der Auslass des vierten Wegeventils ist mit dem Sekundärauslass und parallel dazu mit einem Einlass des sechsten Wegeventils verbunden, wobei das vierte Wegeventil über einen Entlüftungsabgang entlüftbar ist, und
- das sechste Wegeventil ist zwischen einer Normalstellung und einer Funktionsstellung schaltbar, wobei in Normalstellung ein erster Einlass mit dem Sekundärauslass und parallel dazu mit dem Auslass des vierten Wegeventils verbunden ist, während der dazugehörige erste Auslass zur Atmosphäre hin offen ist, und ein zweiter Einlass mit der Steuerseite des fünften Wegeventils gekoppelt ist, während ein dazugehöriger zweiter Auslass zur Atmosphäre offen ist, und wobei in Funktionsstellung der Einlass mit dem Auslass des vierten Wegeventils und parallel dazu mit dem Sekundärauslass verbunden ist und der dazugehörige Auslass mit der Steuerseite des fünften Wegeventils gekoppelt ist.

[0012] In bevorzugter Weise werden die nicht aktiv schaltbaren Wegeventile durch Stellfedern und zusätzlich durch Druckbeaufschlagung mit Druckluft in ihrer nc-Stellung gehalten, um eine Vordruckunabhängigkeit zu erreichen. Alternativ wäre es natürlich auch möglich, die betreffenden Wegeventile ohne zusätzliche Druckbeaufschlagung in ihrer nc-Stellung zu halten und beispielsweise eine Stellfeder mit dementsprechend größerer Federkraft einzusetzen.

[0013] Es ist möglich, dass die Drosseleinrichtung ein einstellbares Drosselventil und zusätzlich eine Festdrossel in Form eines die einstellbare Drossel umgehenden Drossel-Bypasses aufweist. Dadurch wird verhindert, dass der Strömungsweg bei vollständigem Schließen des Drosselventils total abgesperrt wird.

[0014] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen:

Figur 1 die Ventilschaltung samt druckluftbeaufschlagter Stränge (fette Linien) eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Softstartvorrichtung in Ruhestellung vor dem Startvorgang,

Figur 2 die Ventilschaltung gemäß Figur 1 bei ge-

- schaltetem ersten Wegeventil,
- Figur 3 die Ventilschaltung gemäß Figur 1 bei geschaltetem ersten und dritten Wegeventil, wobei hier der Startvorgang eingeleitet ist, 5
- Figur 4 die Ventilschaltung gemäß Figur 1 nach dem Softstartvorgang,
- Figur 5 die Ventilschaltung gemäß Figur 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei das erste Wegeventil eine Fehlfunktion hat, 10
- Figur 6 die Ventilschaltung gemäß Figur 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei das zweite Wegeventil eine Fehlfunktion hat, 15
- Figur 7 die Ventilschaltung gemäß Figur 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei das dritte Wegeventil eine Fehlfunktion hat, 20
- Figur 8 die Ventilschaltung gemäß Figur 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei das vierte Wegeventil eine Fehlfunktion hat, 25
- Figur 9 die Ventilschaltung gemäß Figur 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei das Rückschlagventil eine Fehlfunktion hat, 30
- Figur 10 die Ventilschaltung gemäß Figur 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei beim Startvorgang entlüftet wird, 35
- Figur 11 eine Ventilschaltung samt druckluftbeaufschlagter Stränge (fette Linien) eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Softstartvorrichtung in Ruhestellung vor dem Startvorgang, 40
- Figur 12 die Ventilschaltung gemäß Figur 11 bei geschaltetem ersten Wegeventil, 45
- Figur 13 die Ventilschaltung gemäß Figur 11 bei geschaltetem ersten und dritten Wegeventil, wobei der Softstartvorgang eingeleitet ist, 50
- Figur 14 die Ventilschaltung gemäß Figur 11 nach dem Softstartvorgang,
- Figur 15 die Ventilschaltung gemäß Figur 11 beim Entlüftungsvorgang in Standard-Entlüftungsschaltstellung, 55
- Figur 16 die Ventilschaltung gemäß Figur 11 beim Entlüftungsvorgang, wobei das erste Wegeventil eine Fehlfunktion hat,
- Figur 17 die Ventilschaltung gemäß Figur 11 beim Entlüftungsvorgang, wobei das dritte Wegeventil eine Fehlfunktion hat,
- Figur 18 die Ventilschaltung gemäß Figur 11 beim Entlüftungsvorgang, wobei das fünfte Wegeventil eine Fehlfunktion hat,
- Figur 19 die Ventilschaltung gemäß Figur 11 beim Entlüftungsvorgang, wobei das vierte Wegeventil eine Fehlfunktion hat, und
- Figur 20 die Ventilschaltung gemäß Figur 11 beim Entlüftungsvorgang, wobei das sechste Wegeventil eine Fehlfunktion hat.
- [0015]** Die Figuren 1 bis 10 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Softstartvorrichtung 11.
- [0016]** Die Ventilschaltung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel besitzt einen Primäreinlass P1, an dem Druckluft unter Primärdruck zugeführt wird. Der Primäreinlass ist mit einem, mit wenigstens einem Verbraucher koppelbaren Sekundärauslass P2 verbunden, an dem Druckluft unter Sekundärdruck abgeführt wird, wobei der Sekundärdruck kleiner oder gleich dem Primärdruck ist. Die gesamte Softstartvorrichtung 11 lässt sich beispielsweise einer Wartungseinheit vorschalten, sodass Druckstöße auf druckstoßempfindliche Bauteile der Wartungseinheit abgeschwächt werden. Ein weiteres Einsatzgebiet der Softstartvorrichtung ist dessen Vorschaltung vor einen doppeltwirkenden Pneumatikzylinder, sodass Druckstöße auf den Kolben des Pneumatikzylinders abgeschwächt werden, solange sich dieser nicht in einer Endlage, sondern in einer Mittelstellung befindet.
- [0017]** Primäreinlass P1 und Sekundärauslass P2 sind über einen Hauptströmungsweg 12 miteinander verbunden, in den mehrere Wegeventile in nachfolgend näher beschriebener Weise eingeschaltet sind.
- [0018]** Wie beispielsweise in Figur 1 dargestellt, hat die Ventilschaltung des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Softstartvorrichtung 11 folgenden Aufbau:
- [0019]** Es ist ein zweites Wegeventil WV2 vom Typ 3/2-nc vorgesehen, dessen Einlass E2 mit dem Primäreinlass P1 und dessen Auslass A2 in Parallelschaltung mit dem Einlass E5 des als fünftes Wegeventil WV5 vom Typ 2/2-nc ausgebildeten Hauptventils, mit dem Einlass E3 eines dritten Wegeventils WV3 vom Typ 3/2-nc, mit dem Eingang der Drosseleinrichtung 13 und mit dem Ausgang eines in Richtung Sekundärauslass P2 sperrenden Rückschlagventils RV verbunden ist, wobei das zweite Wegeventil WV2 über einen Entlüftungsabgang R2 entlüftbar und steuerseitig mit dem Primäreinlass P1 gekoppelt ist. Das zweite Wegeventil WV2 wird über eine Stellfeder 14 in seiner nc(normaly closed)-Stellung gehalten. Um den aktuellen Schaltzustand des zweiten Wegeventils WV2 feststellen zu können, ist diesem ein Sen-

sor 15 einer Sensoreinrichtung zugeordnet. Das zweite Wegeventil WV2 wird über ein erstes Wegeventil WV1 vom Typ 3/2-NC angesteuert.

[0020] Der Einlass E1 des ersten Wegeventils WV1 ist mit dem Primäreinlass P1 und der Auslass A1 mit der Steuerseite S2 des zweiten Wegeventils WV2 verbunden, wobei das erste Wegeventil WV1 über einen Entlüftungsabgang R1 entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel 16 aktiv schaltbar ist. Als Schaltmittel kommen beispielsweise manuell oder elektrisch betätigbare Stellglieder in Frage.

[0021] Wie bereits erwähnt, ist der Auslass A2 des zweiten Wegeventils WV2 mit dem Einlass E5 des fünften Wegeventils WV5 verbunden. Der Auslass A5 des fünften Wegeventils WV5 ist mit dem Einlass E4 eines vierten Wegeventils WV4 vom Typ 3/2-nc und parallel mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung 13 verbunden, wobei das fünfte Wegeventil WV5 steuerseitig mit dem Auslass A4 des vierten Wegeventils WV4 gekoppelt ist. Das fünfte Wegeventil WV5 wird ebenfalls über eine Stellfeder 14 in seiner nc-Stellung gehalten. Es ist außerdem ein Sensor 15 zur Feststellung des aktuellen Schaltzustandes des fünften Wegeventils WV5 vorgesehen. Um das im Hauptströmungsweg 12 befindliche fünfte Wegeventil WV5 zu umgehen, ist ein Bypass 17 vorgesehen, in den die Drosseleinrichtung 13 eingeschaltet ist.

[0022] Es ist ein drittes Wegeventil WV3 vorgesehen, das zur Ansteuerung des vierten Wegeventils WV4 dient. Der Auslass A3 des dritten Wegeventils WV3 ist mit der Steuerseite S4 des vierten Wegeventils WV4 gekoppelt, wobei das dritte Wegeventil WV3 über einen Entlüftungsabgang R3 entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel 16 aktiv schaltbar ist.

[0023] Schließlich ist noch das vierte Wegeventil WV4 vorgesehen, das ebenfalls im Hauptströmungsweg 12 angeordnet ist und dem fünften Wegeventil WV5 bzw. Hauptventil nachgeschaltet ist. Der Auslass A4 des vierten Wegeventils WV4 ist parallel zur Kopplung mit der Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 mit dem Sekundärauslass P2 und mit dem Eingang des Rückschlagventils RV verbunden, wobei das vierte Wegeventil WV4 über einen Entlüftungsabgang R4 entlüftbar ist.

[0024] Figur 1 zeigt eine Schaltstellung, in der alle Wegeventile WV1 bis WV5 in ihrer nc-Stellung sind, sodass dieser Zustand auch als "Ruhestellung" vor dem Softstartvorgang bezeichnet werden könnte. Dabei strömt über den Primäreinlass P1 Druckluft unter Primärdruck sowohl zum Einlass E1 des ersten Wegeventils WV1 als auch zum Einlass E2 des zweiten Wegeventils WV2 und steht dort an, da der Durchgang versperrt ist.

[0025] Figur 2 zeigt eine fiktive Schaltstellung, bei der zunächst nur das erste Wegeventil WV1 aktiv in seine Offenstellung geschaltet wird, während das dritte Wegeventil WV3 noch in seiner nc-Stellung verbleibt. Nunmehr gelangt Druckluft unter Primärdruck über das erste Wegeventil WV1 zur Steuerseite S2 des zweiten Wegeventils WV2 und schaltet dieses in seine Offenstellung.

Durch das offene zweite Wegeventil WV2 gelangt Druckluft unter Primärdruck entlang des Hauptströmungswegs zum Einlass E5 des fünften Wegeventils WV5 und steht dort an, da das fünfte Wegeventil noch in seiner nc-Stellung ist. Parallel dazu gelangt Druckluft unter Primärdruck zum Einlass E3 des dritten Wegeventils WV3 und steht ebenfalls dort an, da das dritte Wegeventil WV3 noch in seiner nc-Stellung ist. Zusätzlich strömt Druckluft in den Bypass 17 ein und gelangt dort zur Drosseleinrichtung 13, die ein einstellbares Drosselventil enthält, das die Druckluft auf einen gegenüber dem Primärdruck geringeren Sekundärdruck drosselt. Die unter Sekundärdruck stehende Druckluft gelangt nunmehr zum Auslass A5 des fünften Wegeventils und parallel dazu zum Einlass E4 des vierten Wegeventils, kann jedoch von dort nicht weiter, da viertes und fünftes Wegeventil WV4 und WV5 noch in ihren nc-Stellungen sind. Ferner gelangt die vom Auslass A2 des zweiten Wegeventils stammende Druckluft noch zum Rückschlagventil RV, kann aber dort nicht passieren, da das Rückschlagventil RV in dieser Richtung, das heißt in Richtung zum Sekundärauslass P2, sperrt.

[0026] Figur 3 zeigt nunmehr eine Schaltstellung zur Einleitung des Softstartvorgangs. Dabei werden erstes und drittes Wegeventil WV1 und WV3 gleichzeitig in ihre Offenstellung geschaltet. Nunmehr gelangt die vom Auslass A2 des zweiten Wegeventils stammende Druckluft unter Primärdruck zum dritten Wegeventil, kann dort passieren und gelangt zur Steuerseite S4 des vierten Wegeventils WV4. Dadurch wird das vierte Wegeventil in seine Offenstellung WV4 geschaltet, sodass mittels des Drosselventils auf Sekundärdruck gedrosselte Druckluft über den Auslass A4 des vierten Wegeventils auf die Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 gelangen kann. Gleichzeitig strömt unter Sekundärdruck stehende Druckluft zum Sekundärauslass P2 und gelangt dort zu den Verbrauchern, die also nicht mit dem vollen Primärdruck-Druckstoß beaufschlagt werden, sondern zunächst nur mit geringerem Sekundärdruck. Der Sekundärdruck steigt allmählich an, bis ab einem bestimmten Verhältnis zwischen Sekundär- und Primärdruck ein Schalten des fünften Wegeventils WV5 in seine Offenstellung veranlasst wird. Das Verhältnis zwischen Sekundär- und Primärdruck kann beispielsweise im Bereich von >0 bis 1, insbesondere 0,4 bis 0,6, liegen. Besonders bevorzugt wird in Offenstellung geschaltet, falls der Sekundärdruck p_2 gleich ca. $0,5 \cdot p_1$ beträgt.

[0027] Figur 4 zeigt die Schaltstellung nach dem Softstartvorgang, wobei hier alle Wegeventile WV1 bis WV5 in ihrer Offenstellung sind. Dadurch gelangt Druckluft mit Primärdruck vom Primäreinlass P1 direkt über den Hauptströmungsweg 12 zum Sekundärauslass P2 und von dort zu den Verbrauchern.

[0028] Zum Entlüften des Sekundärauslasses P2 wird die Softstartvorrichtung 11 in eine Standard-Entlüftungsschaltstellung geschaltet, deren Schaltbild dem in Figur 1 dargestellten Schaltbild entspricht. Erstes und drittes Wegeventil werden also in ihre nc-Stellung zurückge-

schaltet. Dadurch kann Druckluft von der Steuerseite S4 des vierten Wegeventils über den Entlüftungsabgang R3 entweichen, sodass das vierte Wegeventil WV4 in seine nc-Stellung zurückschaltet. Gleichzeitig entweicht Druckluft von der Steuerseite S2 des zweiten Wegeventils über den Entlüftungsabgang R1 des ersten Wegeventils WV1, sodass das zweite Wegeventil WV2 ebenfalls in seine NC-Stellung zurückschaltet. In nc-Stellung des vierten Wegeventils kann nunmehr am Sekundärauslass P2 anliegende Druckluft über den Entlüftungsabgang R4 entweichen. Gleichzeitig entweicht auch Druckluft von der Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5, sodass dieses ebenfalls in seine nc-Stellung zurückschaltet. Die übrigen Stränge werden über das zweite Wegeventil WV2 und dessen Entlüftungsabgang R2 entlüftet.

[0029] Figur 5 zeigt nunmehr eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das erste Wegeventil WV1 eine Fehlfunktion hat, das heißt nicht in seine nc-Stellung zurückschaltet, sondern in seiner Offenstellung verbleibt. Dadurch bleibt die Steuerseite S2 des zweiten Wegeventils druckluftbeaufschlagt, sodass das zweite Wegeventil ebenfalls in seiner Offenstellung verbleibt und die Entlüftung über den Entlüftungsabgang R2 gesperrt ist. Der Sekundärauslass P2 kann trotz Fehlfunktion des ersten Wegeventils WV1 dennoch entlüftet werden, da das dritte Wegeventil WV3 vorschriftsmäßig in seine nc-Stellung geschaltet hat und somit auch das vierte Wegeventil WV4 in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat. Dadurch kann vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft über den Entlüftungsabgang R4 des vierten Wegeventils WV4 entweichen.

[0030] Figur 6 zeigt eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das zweite Wegeventil WV2 eine Fehlfunktion hat, das heißt nicht in seine nc-Stellung zurückschaltet. Der Durchgang E2-A2 ist also nach wie vor offen, sodass Druckluft unter Primärdruck vom Primäreinlass P1 passieren kann, wohingegen der Entlüftungsabgang R2 gesperrt ist. Dennoch kann vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft über das vierte Wegeventil WV4, das vorschriftsmäßig in seine NC-Stellung zurückgeschaltet hat, da auch das dritte Wegeventil WV3 korrekt geschaltet hat, über den Entlüftungsabgang R4 entweichen.

[0031] Figur 7 stellt eine Entlüftungsschaltstellung dar, bei der das dritte Wegeventil eine Fehlfunktion hat, das heißt nicht in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat. Dadurch bleibt die Steuerseite S4 des vierten Wegeventils druckluftbeaufschlagt, sodass dieses nicht in seine nc-Stellung zurückschalten kann, sondern in seiner Offenstellung bleibt. Dadurch ist der Entlüftungsabgang R4 für vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft gesperrt. Es kann jedoch dennoch entlüftet werden, da vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft entgegen der Hauptströmungsrichtung, also entlang A4-E4 und A5-E5, zum zweiten Wegeventil WV2 gelangt, das durch das korrekt geschaltete erste Wegeventil WV1 vorschriftsmäßig in seine nc-Stellung geschaltet hat. Dadurch kann die Druckluft über den Entlüftungsabgang R2

entweichen.

[0032] Figur 8 zeigt eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das vierte Wegeventil WV4 eine Fehlfunktion hat, das heißt nicht in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat. Dadurch ist der Entlüftungsweg über den Entlüftungsabgang R4 gesperrt. Dennoch gelangt vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft in identischer Weise wie in der in Figur 7 dargestellten Entlüftungsschaltstellung zum zweiten Wegeventil und kann dort über den Entlüftungsabgang R2 entweichen.

[0033] Figur 9 zeigt eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das Rückschlagventil eine Fehlfunktion hat, das heißt in seiner eigentlichen Durchströmrichtung vom Sekundärauslass P2 in Richtung Primäreinlass P1 sperrt. Die Entlüftung der vom Sekundärauslass P2 stammenden Druckluft erfolgt hier über das vierte Wegeventil WV4, das durch Zurückschalten des dritten Wegeventils vorschriftsmäßig in seine nc-Schaltstellung geschaltet hat, sodass die Druckluft über den Entlüftungsabgang R4 entweichen kann.

[0034] Figur 10 zeigte eine Entlüftungsschaltstellung, bei der beim Softstartvorgang, also in der Startphase, entlüftet wird. Erstes und drittes Wegeventil WV1 und WV3 haben in ihre nc-Stellung zurückgeschaltet, sodass die zugeordneten zweiten und vierten Wegeventile WV2 und WV4 ebenfalls in ihre nc-Stellung zurückgeschaltet haben. Vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft kann nun über die Entlüftungsabgänge R4 des vierten Wegeventils WV4 entweichen. Zusätzlich entlüften die restlichen Stränge, über das zweite Wegeventil WV2 und den dortigen Entlüftungsabgang R2.

[0035] In den Figuren 11 bis 20 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Softstartvorrichtung 11 dargestellt.

[0036] Das zweite Ausführungsbeispiel zeichnet sich dadurch aus, dass die Komponenten der Ventilschaltung alle gemeinsam in einer Ventileinheit unterbringbar sind. Es ist hier ebenfalls ein Primäreinlass P1 vorgesehen, an dem Druckluft unter Primärdruck zugeführt wird. Der Primäreinlass P1 ist über einen Hauptströmungsweg 12 mit einem Sekundärauslass P2 verbunden, an dem seinerseits Druckluft unter Sekundärdruck zu den Verbrauchern abgeführt wird.

[0037] Wie beispielsweise in Figur 11 dargestellt, ist die Ventilschaltung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Softstartvorrichtung 11 folgendermaßen aufgebaut:

[0038] Es ist ein fünftes Wegeventil WV5 vom Typ 2/2-NC vorgesehen, dessen Einlass E5 mit dem Primäreinlass P1 und dessen Auslass A5 mit dem Einlass E4 eines vierten Wegeventils WV4 vom Typ 3/2-NC und parallel dazu mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung 13 verbunden ist, wobei das fünfte Wegeventil WV5 steuerseitig mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung 13 und zusätzlich mit einem Auslass A6 eines sechsten Wegeventils WV6 vom Typ 4/2-NC gekoppelt ist, falls sich das sechste Wegeventil WV6 in seiner nachfolgend beschriebenen Funktionsstellung befindet. Das fünfte We-

geventil WV5 ist über eine Stellfeder 14 und zusätzlich mittels Druckluftbeaufschlagung per Kopplung mit dem Primäreinlass P1 in seiner nc-Stellung gehalten. Ferner ist dem fünften Wegeventil WV5 ein Sensor 15 zur Feststellung seines aktuellen Schaltzustandes zugeordnet.

[0039] In Parallelschaltung zum fünften Wegeventil WV5 ist ein erstes Wegeventil WV1 angeordnet, dessen Einlass E1 mit dem Primäreinlass P1 und dessen Auslass A1 mit dem Einlass E3 eines dritten Wegeventils WV3 vom Typ 3/2-NC und parallel dazu mit der Steuerseite S6 des sechsten Wegeventils WV6 verbunden ist, wobei das erste Wegeventil WV1 über einen Entlüftungsabgang R1 entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel 16 aktiv schaltbar ist. Ferner wird das erste Wegeventil über eine Stellfeder 14 in seiner nc-Stellung gehalten.

[0040] In Reihe zum ersten Wegeventil WV1 ist ein drittes Wegeventil WV3 angeordnet, dessen Auslass A3 mit der Steuerseite S4 eines vierten Wegeventils WV4 vom Typ 3/2-NC gekoppelt ist, wobei das dritte Wegeventil WV3 über einen Entlüftungsabgang R3 entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel 16 aktiv schaltbar ist.

[0041] Das mittels des dritten Wegeventils WV3 angesteuerte vierte Wegeventil WV4 ist über seinen Auslass A4 mit dem Sekundärauslass P2 und parallel dazu mit einem Einlass E6 des sechsten Wegeventils WV6 verbunden, wobei das vierte Wegeventil WV4 über einen Entlüftungsabgang R4 entlüftbar ist. Das vierte Wegeventil WV4 wird über eine Stellfeder 14 und zusätzlich mittels Druckluftbeaufschlagung per Kopplung mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung 13 und parallel dazu per Kopplung mit dem Ausgang A5 des fünften Wegeventils WV5 in seiner nc-Stellung gehalten. Zusätzlich ist noch ein Sensor 15 zur Feststellung des aktuellen Schaltzustandes des vierten Wegeventils WV4 vorgesehen.

[0042] Das sechste Wegeventil WV6 schließlich ist zwischen einer Normalstellung und einer Funktionsstellung schaltbar, wobei in Normalstellung ein erster Einlass E6 mit dem Sekundärauslass P2 und parallel dazu mit dem Auslass A4 des vierten Wegeventils WV4 verbunden ist, während der dazugehörige erste Entlüftungsabgang R6 zur Atmosphäre hin offen ist. In Normalstellung des sechsten Wegeventils WV6 ist ferner ein zweiter Einlass E6* mit der Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 gekoppelt, während ein dazugehöriger zweiter Entlüftungsabgang R6* zur Atmosphäre hin offen. In der Funktionsstellung des sechsten Wegeventils WV6 hingegen ist dessen Einlass E6 mit dem Auslass A4 des vierten Wegeventils und parallel dazu mit dem Sekundärauslass P2 verbunden, während der dazugehörige Auslass A6 mit der Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 gekoppelt ist.

[0043] In Figur 11 ist eine Schaltstellung dargestellt, bei der alle 3/2- bzw. 2/2-Wegeventile in ihrer nc-Stellung sind, sowie das sechste Wegeventil WV6 vom Typ 4/2-NC in seiner Normalstellung ist. Diese Stellung könnte auch als Ruhestellung vor dem Softstartvorgang be-

zeichnet werden. Dabei steht vom Primäreinlass P1 stammende Druckluft mit Primärdruck am Einlass E1 des geschlossenen ersten Wegeventils WV1 und parallel dazu am Eingang E5 des geschlossenen fünften Wegeventils WV5 an. Parallel dazu gelangt Druckluft zur Unterstützung der Stellfeder 14 auf die Gegensteuerseite des fünften Wegeventils WV5. Schließlich strömt Druckluft in den Bypass 17 und gelangt dort zur Drosseleinrichtung 13 und von dort zum Einlass E4 des geschlossenen vierten Wegeventils, zum Auslass A5 des geschlossenen fünften Wegeventils WV5 und zur Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5. Als Drosseleinrichtung 13 ist hier ein einstellbares Drosselventil vorgesehen und zusätzlich eine Festdrossel in Form eines die einstellbare Drossel umgehenden Drossel-Bypasses. Dadurch wird verhindert, dass bei geschlossenem Drosselventil der Strömungsweg vollständig verschlossen ist. Vielmehr kann stets eine Druckluftmenge über den Drossel-Bypass, der einen relativ geringen Querschnitt besitzt zu den zugeordneten Anschlüssen des vierten und fünften Wegeventils WV4 und WV5 gelangen. Schließlich steht die Druckluft mit Primärdruck noch an der Gegensteuerseite des vierten Wegeventils WV4 an und unterstützt damit die Stellkraft der Stellfeder 14.

[0044] Figur 12 zeigt eine fiktive Schaltstellung, bei der zunächst nur das erste Wegeventil WV1 in seine Offenstellung geschaltet hat, sodass Druckluft am Eingang des dritten Wegeventils WV3, das nach wie vor in seiner nc-Stellung verbleibt, gelangt und dort ansteht sowie Druckluft unter Primärdruck zur Steuerseite S6 des sechsten Wegeventils WV6 gelangt und dieses in seine Funktionsstellung schaltet. Viertes und fünftes Wegeventil WV4 und WV5 sind jedoch nach wie vor geschlossen, das heißt in ihrer nc-Stellung.

[0045] Figur 13 zeigt eine Schaltstellung beim Einleiten des Softstartvorgangs. Dabei haben das erste Wegeventil WV1 und das dritte Wegeventil WV3 vorschriftsmäßig in ihre Offenstellung geschaltet, wobei Druckluft über das dritte Wegeventil WV3 zur Steuerseite S4 des vierten Wegeventils WV4 gelangt und dieses in seine Offenstellung schaltet. Zwar hat sich im gesperrten Zustand des vierten Wegeventils WV4 vor dessen Eingang E4 Druckluft unter Primärdruck angestaut, jedoch wird diese, zwischen dem Ausgang der Drosseleinrichtung 13 und dem Eingang E4 des vierten Wegeventils WV4 zunächst eingesperrte Druckluftmenge bei Öffnung des vierten Wegeventils WV4 abgeführt und gelangt zum Sekundärauslass P2. Druckluft unter Primärdruck kann jedoch nicht sofort nachströmen, da die Drosseleinrichtung 13 zwischengehalten ist, die die anstehende Druckluft unter Primärdruck auf Sekundärdruck drosselt. Es gelangt also Druckluft mit Sekundärdruck zum vierten Wegeventil WV4 und dort zum Primärauslass P2. Gleichzeitig strömt die Druckluft unter Sekundärdruck zum Einlass E6 des sechsten Wegeventils WV6 und gelangt dort über den Auslass A6 zur Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5. Gleichzeitig gibt es eine direkte Verbindung vom Ausgang der Drosseleinrichtung 13 zur Steu-

erseite S5 des fünften Wegeventils WV5, sodass das fünfte Wegeventil WV5 also doppelt mit Druckluft unter Sekundärdruck steuerseitig beaufschlagt wird. Der Druck am Sekundärauslass P2 steigt nunmehr wieder allmählich an, bis ab einem gewissen Verhältnis zwischen Sekundär- und Primärdruck ein Schalten des fünften Wegeventils WV5 in seine Offenstellung veranlasst wird. Das Verhältnis zwischen Sekundär- und Primärdruck ist vorzugsweise identisch zu dem im ersten Ausführungsbeispiel offenbarten Verhältnis. Besonders bevorzugt beträgt das Verhältnis zwischen Sekundär- und Primärdruck ca. 0,5.

[0046] Figur 14 zeigt nunmehr eine Schaltstellung nach dem Softstartvorgang. Durch den anstehenden Druck auf der Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 hat dieses geöffnet, sodass Druckluft direkt vom Primäreinlass P1 über den Hauptströmungsweg 12, das vierte Wegeventil WV4 passierend, zum Sekundärauslass P2 und von dort zu den Verbrauchern gelangt.

[0047] Figur 15 zeigt eine Standard-Entlüftungsschaltstellung zum Entlüften des Sekundärauslasses P2. Dabei haben erstes und drittes Wegeventil WV1 und WV3 vorschriftsmäßig in ihre nc-Stellung zurückgeschaltet, so dass die an der Steuerseite S4 des vierten Wegeventils WV4 anstehende Druckluft über den Entlüftungsabgang R3 entweicht, während die an der Steuerseite S6 des sechsten Wegeventils WV6 anstehende Druckluft über den Entlüftungsabgang R1 entweicht. Dadurch hat das vierte Wegeventil WV4 in seine nc-Stellung zwischengeschaltet, während das sechste Wegeventil WV6 in seine Normalstellung zurück geschaltet hat. Vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft kann nunmehr über den Entlüftungsabgang R4 des vierten Wegeventils WV4 und zusätzlich über den Entlüftungsabgang R6 des sechsten Wegeventils WV6 entweichen. In bevorzugter Weise sind die Entlüftungsabgänge R4 und R6 zu einem gemeinsamen, zur Atmosphäre hin offenen Zentralentlüftungsabgang 18 zusammengefasst. Dem Zentralentlüftungsabgang 18 kann zudem noch ein Schalldämpfer 19 zur Schalldämpfung der austretenden Druckluft zugeordnet sein.

[0048] Wird der Softstartvorgang abgebrochen und soll entlüftet werden, wird sich die Standard-Entlüftungsschaltstellung einstellen, das heißt, vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft entweicht über die Entlüftungsabgänge R4 und R6 des vierten bzw. sechsten Wegeventils WV4 bzw. WV6.

[0049] Figur 16 zeigt eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das erste Wegeventil WV1 eine Fehlfunktion hat, das heißt nicht in seine NC-Stellung zurückschaltet. Dadurch bleibt der Durchgang E3-A3 offen, und Druckluft steht nach wie vor an der Steuerseite S6 des sechsten Wegeventils WV6 an, sodass dieses in seiner Funktionsstellung verbleibt. Der Entlüftungsabgang R6 des sechsten Wegeventils WV6 ist somit gesperrt. Ein Entlüften ist jedoch trotzdem möglich, da das dritte Wegeventil WV3 vorschriftsmäßig in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat, sodass an der Steuerseite S4 des vierten

Wegeventils WV4 anstehende Druckluft über den Entlüftungsabgang R3 entweichen kann, wodurch das vierte Wegeventil WV4 in seine nc-Stellung zurückschaltet. Vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft kann nunmehr über den Entlüftungsabgang R4 entweichen. Zudem wird die Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 über die Anschlüsse A6-E6 und den Entlüftungsabgang R4 entlüftet, sodass das fünfte Wegeventil WV5 in seine nc-Stellung zurückschaltet.

[0050] Figur 17 zeigt eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das dritte Wegeventil WV3 eine Fehlfunktion hat, das heißt nicht in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat. Die Besonderheit hieran ist, dass die Steuerseite S4 des vierten Wegeventils WV4 trotzdem entlüftet wird, und zwar über das vorschriftsmäßig in NC-Stellung zurückgeschaltete erste Wegeventil WV1, und zwar über die Anschlüsse A3-E3 und AI-R1. Dadurch schalten viertes und sechstes Wegeventil WV4 bzw. WV6 in ihre nc-Stellungen zurück, wodurch vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft sowohl über den Entlüftungsabgang R4 als auch über den Entlüftungsabgang R6 entweichen kann.

[0051] Figur 18 zeigt eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das fünfte Wegeventil WV5 bzw. Hauptventil eine Fehlfunktion hat, das heißt nicht in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat. Dadurch bleibt der Hauptströmungsweg 12 über E5-A5 offen, sodass vom Primäreinlass P1 stammende Druckluft nachströmen kann. Ein Entlüften ist jedoch trotzdem möglich, da die beiden Wegeventile WV1 und WV3 in ihre nc-Stellungen zurückgeschaltet haben, wodurch die Steuerseite S4 des vierten Wegeventils WV4 als auch die Steuerseite S6 des sechsten Wegeventils WV6 entlüftet werden, so dass viertes und sechstes Wegeventil WV4 und WV6 in ihre nc-Stellung bzw. Normalstellung zurückgeschaltet haben. Dadurch ist wiederum ein Entlüften der vom Sekundärauslass P2 stammenden Druckluft über die Entlüftungsabgänge R4 und R6 möglich.

[0052] Figur 19 zeigt eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das vierte Wegeventil WV4 eine Fehlfunktion hat, das heißt nicht in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat. Der Entlüftungsabgang R4 ist somit gesperrt. Eine Entlüftung ist jedoch dennoch möglich, da erstes und drittes Wegeventil WV1 und WV3 vorschriftsmäßig in ihre nc-Stellungen zurückgeschaltet haben, wodurch insbesondere die Steuerseite S6 des sechsten Wegeventils entlüftet wird, sodass dieses in seine Normalstellung zurückschaltet, sodass an der Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 anliegende Druckluft über die Anschlüsse E6* und R6* entlüftet wird, sodass das fünfte Wegeventil ebenfalls in seine nc-Stellung zurückschaltet. Vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft kann nunmehr über den Entlüftungsabgang R6 entweichen.

[0053] Figur 20 zeigt nunmehr eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das sechste Wegeventil WV6 eine Fehlfunktion hat, das heißt nicht in seine Normalstellung zurückschaltet. Dadurch ist der Entlüftungsabgang R6 ge-

sperrt. Erstes und drittes Wegeventil WV1 und WV3 haben jedoch vorschriftsmäßig in ihre NC-Stellung zurückgeschaltet, sodass die Steuerseite S4 des vierten Wegeventils WV4 entlüftet wird, wodurch dieses in seine NC-Stellung zurückschaltet, sodass vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft über den Entlüftungsabgang R4 entweichen kann. Zusätzlich wird die Steuerseite S5 über die Anschlüsse A6-E6 und den Entlüftungsabgang R4 entlüftet, sodass das fünfte Wegeventil in seine nc-Stellung zurückschaltet.

Patentansprüche

1. Softstartvorrichtung für Druckluftsysteme,

- mit einem Primäreinlass (P1), an dem Druckluft unter Primärdruck zuführbar ist,
- wobei der Primäreinlass (P1) mit einem, mit wenigstens einem Verbraucher koppelbaren Sekundärauslass (P2) über eine Ventilschaltung verbunden ist, an dem Druckluft unter Sekundärdruck abführbar ist, wobei der Sekundärdruck kleiner oder gleich dem Primärdruck ist,
- wobei zwischen Primäreinlass (P1) und Sekundärauslass (P2) ein Hauptventil vom Typ 2/2-nc (normally closed) eingeschaltet ist, das mittels eines Bypasses (17) umgehbar ist, wobei im Bypass (17) eine Drosseleinrichtung (13) eingeschaltet ist,
- wobei Hauptventil (WV5) und Drosseleinrichtung (13) zusammen mit weiteren Ventilen (WV1, WV2, WV3, WV4; WV6; RV) der Ventilschaltung derart miteinander verschaltet sind, dass bei einem Startvorgang, bei zunächst gesperrtem Hauptventil (WV5), Druckluft mit gegenüber dem Primärdruck geringerem, allmählich ansteigendem Sekundärdruck am Sekundärauslass (P2) anliegt, bis ab einem bestimmten Verhältnis zwischen Sekundär- und Primärdruck ein Schaltvorgang des Hauptventils (WV5) in seine Offenstellung stattfindet, sodass dann Druckluft mit Primärdruck zum Sekundärauslass (P2) gelangt und
- die Ventilschaltung in eine derartige Standard-Entlüftungsschaltstellung versetzbar ist, dass der Sekundärauslass (P2) entlüftet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Ventile (WV1, WV2, WV3, WV4, WV5; WV6; RV) der Ventilschaltung derart miteinander verschaltet sind, dass zusätzlich zur Standard-Entlüftungsschaltstellung mehrere weitere Entlüftungsschaltstellungen möglich sind, wobei sich jeweils eine der weiteren Entlüftungsschaltstellungen ergibt, wenn bei dem normalerweise die Standard-Entlüftungsschaltstel-

lung hervorrufenden Betätigungsvorgang ein beliebiges einzelnes der vorhandenen Ventile (WV1, WV2, WV3, WV4, WV5; WV6; RV) eine Fehlfunktion aufweist.

2. Softstartvorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** folgenden Aufbau der Ventilschaltung:

- der Einlass (E2) eines zweiten Wegeventils (WV2) vom Typ 3/2-nc (normally closed) ist mit dem Primäreinlass (P1) und der Auslass (A2) ist in Parallelschaltung mit dem Einlass (E5) des als fünftes Wegeventil (WV5) vom Typ 2/2-nc ausgebildeten Hauptventils, mit dem Einlass (E3) eines dritten Wegeventils (WV3) vom Typ 3/2-nc, mit dem Eingang der Drosseleinrichtung (13) und mit dem Ausgang eines in Richtung Sekundärauslass (P2) sperrendes Rückschlagventils (RV) verbunden, wobei das zweite Wegeventil (WV2) über einen Entlüftungsabgang (R2) entlüftbar und steuerseitig mit dem Primäreinlass (P1) gekoppelt ist,
- der Einlass (E1) eines zur Ansteuerung des zweiten Wegeventils (WV2) dienenden ersten Wegeventils (WV1) vom Typ 3/2-nc ist mit dem Primäreinlass (P1) und der Auslass (A1) mit der Steuerseite (S2) des zweiten Wegeventils (WV2) verbunden, wobei das erste Wegeventil (WV1) über einen Entlüftungsabgang (R1) entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel (16) aktiv schaltbar ist,
- der Auslass (A5) des fünften Wegeventils (WV5) ist mit dem Einlass (E4) eines vierten Wegeventils (WV4) vom Typ 3/2-nc und parallel mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung (13) verbunden, wobei das fünfte Wegeventil (WV5) steuerseitig mit dem Auslass (A4) des vierten Wegeventils (WV4) gekoppelt ist,
- der Auslass (A3) des zur Ansteuerung des vierten Wegeventils (WV4) dienenden dritten Wegeventils (WV3) ist mit der Steuerseite (S4) des vierten Wegeventils (WV4) gekoppelt, wobei das dritte Wegeventil (WV3) über einen Entlüftungsabgang (R3) entlüftbar ist und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel (16) aktiv schaltbar ist,
- der Auslass (A4) des vierten Wegeventils (WV4) ist parallel zur Kopplung mit der Steuerseite (S5) des fünften Wegeventils (WV5) mit dem Sekundärauslass (P2) und mit dem Eingang des Rückschlagventils (RV) verbunden, wobei das vierte Wegeventil (WV4) über einen Entlüftungsabgang (R4) entlüftbar ist.

3. Softstartvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** erstes und zweites Wegeventil (WV1, WV2) zusammen eine dem fünften Wegeven-

til (WV5) vorgeschaltete Einschaltstufe und das dritte, vierte und fünfte Wegeventil (WV3, WV4, WV5) zusammen mit der Drosseleinrichtung (13) und dem Rückschlagventil (RV) eine den Softstart ermöglichende Softstartstufe bilden.

4. Softstartvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschaltstufe in einer Einschaltventileinheit und die Softstartstufe in einer separaten, von der Einschaltventileinheit trennbaren Softstartventileinheit angeordnet sind.

5. Softstartvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosseleinrichtung (13) ein einstellbares Drosselventil aufweist.

6. Softstartvorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** folgenden Aufbau der Ventilschaltung:

- der Einlass (E5) des als fünftes Wegeventil (WV5) vom Typ 2/2-nc ausgebildeten Hauptventils ist mit dem Primäreinlass (P1) und der Auslass (A5) ist mit dem Einlass (E4) eines vierten Wegeventils (WV4) vom Typ 3/2-nc und parallel dazu mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung verbunden, wobei das fünfte Wegeventil (WV5) steuerseitig mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung (13) und zusätzlich mit einem Auslass (A6) eines sechsten Wegeventils (WV6) vom Typ 4/2-nc gekoppelt ist,
- der Einlass (E1) des ersten Wegeventils (WV1) vom Typ 3/2-nc ist mit dem Primäreinlass (P1) und der Auslass (A1) ist mit dem Einlass (E3) eines dritten Wegeventils (WV3) vom Typ 3/2-nc und parallel dazu mit der Steuerseite (S6) des sechsten Wegeventils (WV6) verbunden, wobei das erste Wegeventil (WV1) über einen Entlüftungsabgang (R1) entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel (16) aktiv schaltbar ist,
- der Auslass (A3) des dritten Wegeventils (WV3) ist mit der Steuerseite (S4) eines vierten Wegeventils (WV4) vom Typ 3/2-nc gekoppelt, wobei das dritte Wegeventil (WV3) über einen Entlüftungsabgang (R3) entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel (16) aktiv schaltbar ist,
- der Auslass (A4) des vierten Wegeventils (WV4) ist mit dem Sekundärauslass (P2) und parallel dazu mit einem Einlass (E6) des sechsten Wegeventils (WV6) verbunden, wobei das vierte Wegeventil (WV4) über einen Entlüftungsabgang (R4) entlüftbar ist, und
- das sechste Wegeventil (WV6) ist zwischen einer Normalstellung und einer Funktionsstellung schaltbar, wobei in Normalstellung ein er-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

ster Einlass (E6) mit dem Sekundärauslass (P2) und parallel dazu mit dem Auslass (A4) des vierten Wegeventils (WV4) verbunden ist, während der dazugehörige erste Entlüftungsabgang (R6) zur Atmosphäre hin offen ist, und ein zweiter Einlass (E6*) ist mit der Steuerseite (S5) des fünften Wegeventils (WV5) gekoppelt, während ein dazugehöriger zweiter Entlüftungsabgang (R6*) zur Atmosphäre hin offen ist, und wobei in Funktionsstellung der Einlass (E6) mit dem Auslass (A4) des vierten Wegeventils (WV4) und parallel dazu mit dem Sekundärauslass (P2) verbunden ist und der dazugehörige Auslass (A6) mit der Steuerseite (S5) des fünften Wegeventils (WV5) gekoppelt ist.

7. Softstartvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entlüftungsabgänge (R4, R6) des vierten und sechsten Wegeventils zu einem gemeinsamen, zur Atmosphäre hin offenen Zentralentlüftungsabgang (18) zusammengefasst sind.

8. Softstartvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Zentralentlüftungsabgang (18) ein Schalldämpfer (19) zur Schalldämpfung der austretenden Druckluft zugeordnet ist.

9. Softstartvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das fünfte Wegeventil (WV5) durch eine Stellfeder (14) und zusätzlich per Druckluftbeaufschlagung mittels Kopplung mit dem Primäreinlass (P1) in seiner nc-Stellung gehalten ist und dass das vierte Wegeventil (WV4) durch eine Stellfeder (14) und zusätzlich per Druckluftbeaufschlagung mittels Kopplung mit dem Auslass (A5) des fünften Wegeventils und parallel dazu mit dem Ausgang der Drosseleinrichtung in seiner nc-Stellung gehalten ist und dass das sechste Wegeventil (WV6) durch eine Stellfeder (14) und zusätzlich per Druckluftbeaufschlagung mittels Kopplung mit dem Sekundärauslass (P2) und parallel dazu mit dem Auslass (A4) des vierten Wegeventils (WV4) in seiner Normalstellung gehalten ist.

10. Softstartvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosseleinrichtung (13) ein einstellbares Drosselventil und zusätzlich eine Festdrossel in Form eines die einstellbare Drossel umgehenden Drossel-Bypasses aufweist.

11. Softstartvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis zwischen Sekundär- und Primärdruck, ab dem ein Schaltvorgang des Hauptventils (WV5) in Offenstellung stattfindet, im Bereich von >0 bis 1, typischerweise 0,4 bis 0,6, liegt.

12. Softstartvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sensoreinrichtung mit mehreren Sensoren (15) zur Feststellung der aktuellen Schaltzustände der Wegeventile, insbesondere der nicht aktiv schaltbaren Wegeventile, vorgesehen ist. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

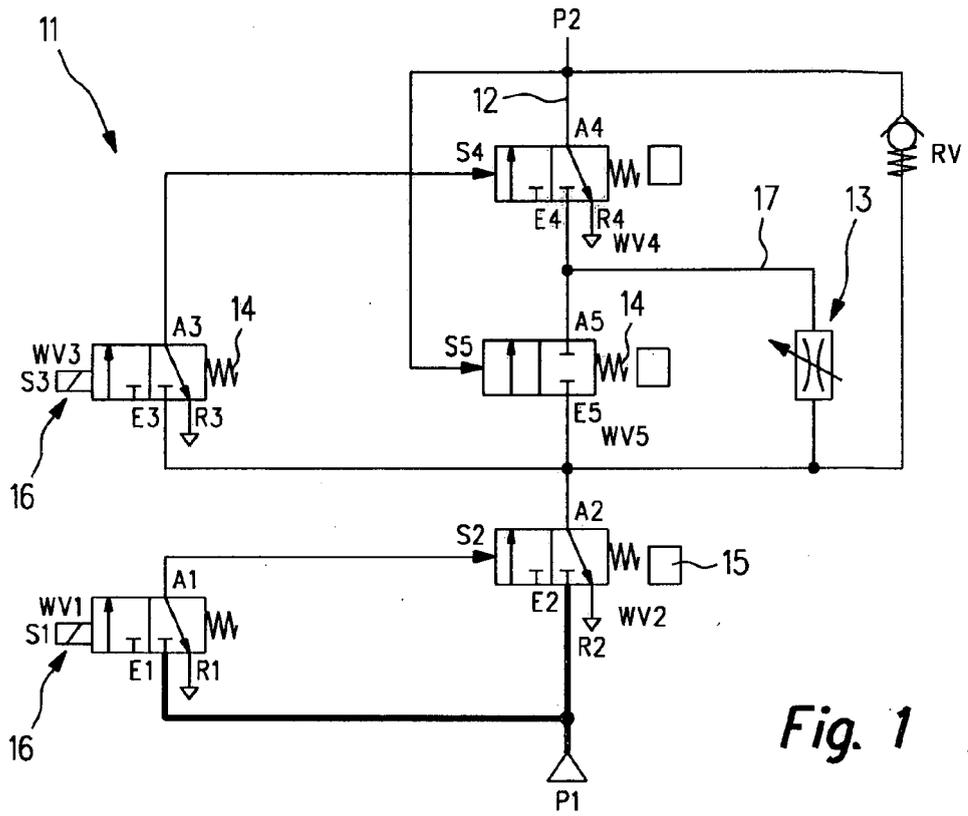


Fig. 1

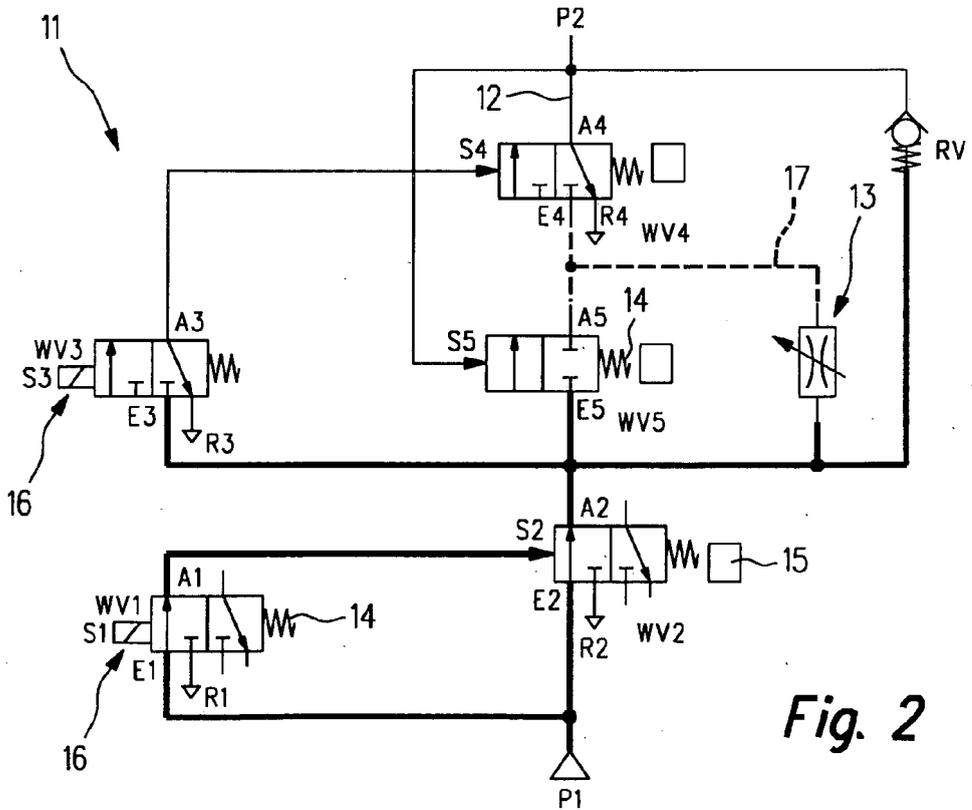


Fig. 2

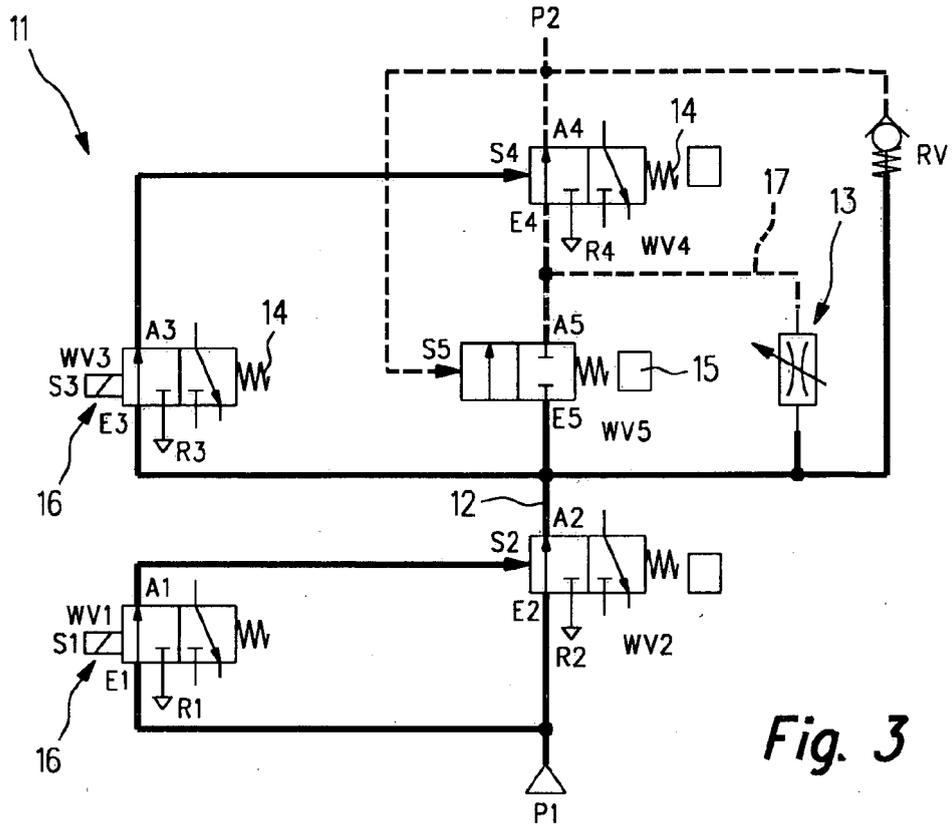


Fig. 3

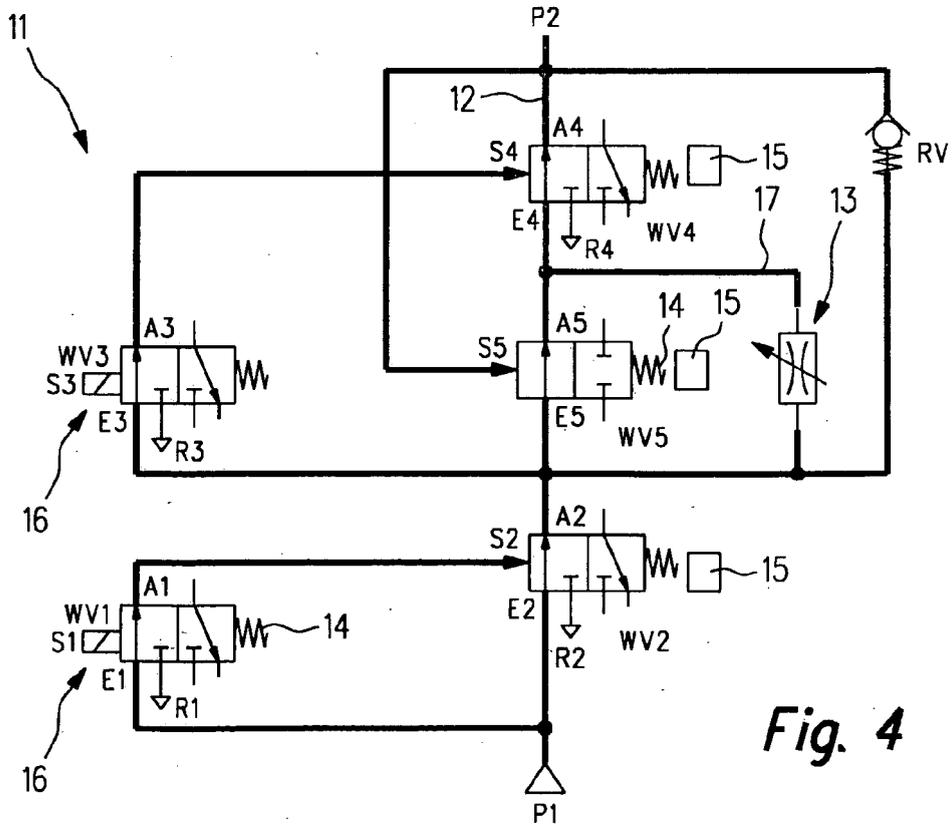


Fig. 4

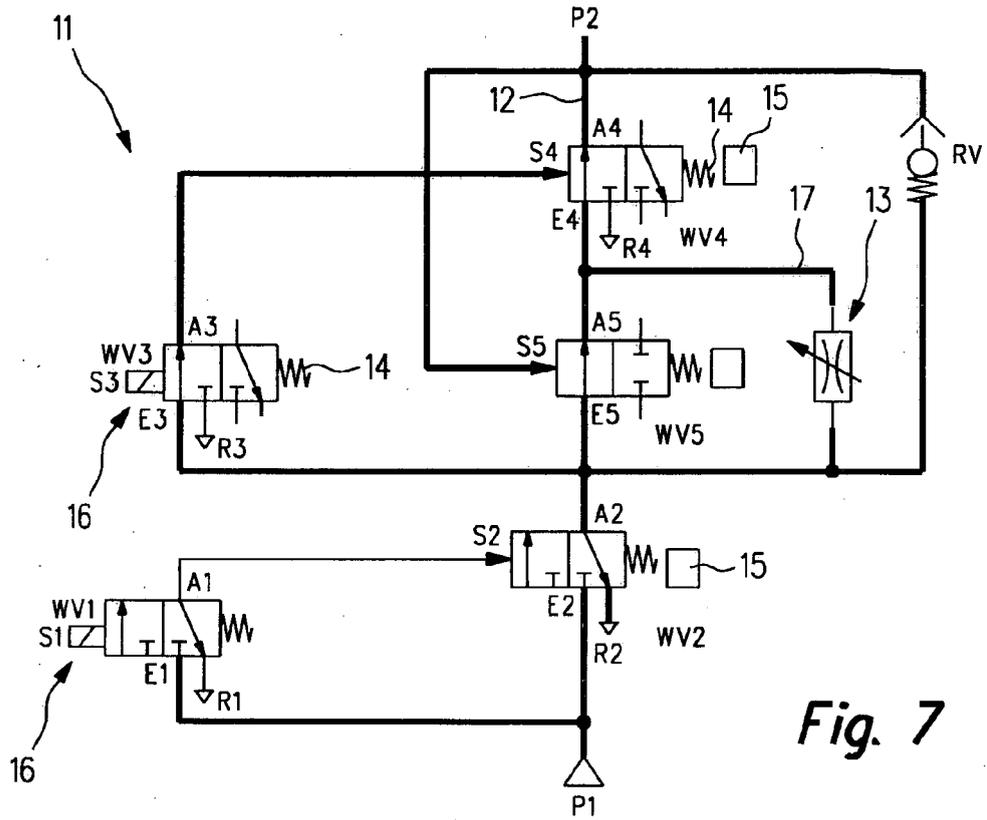


Fig. 7

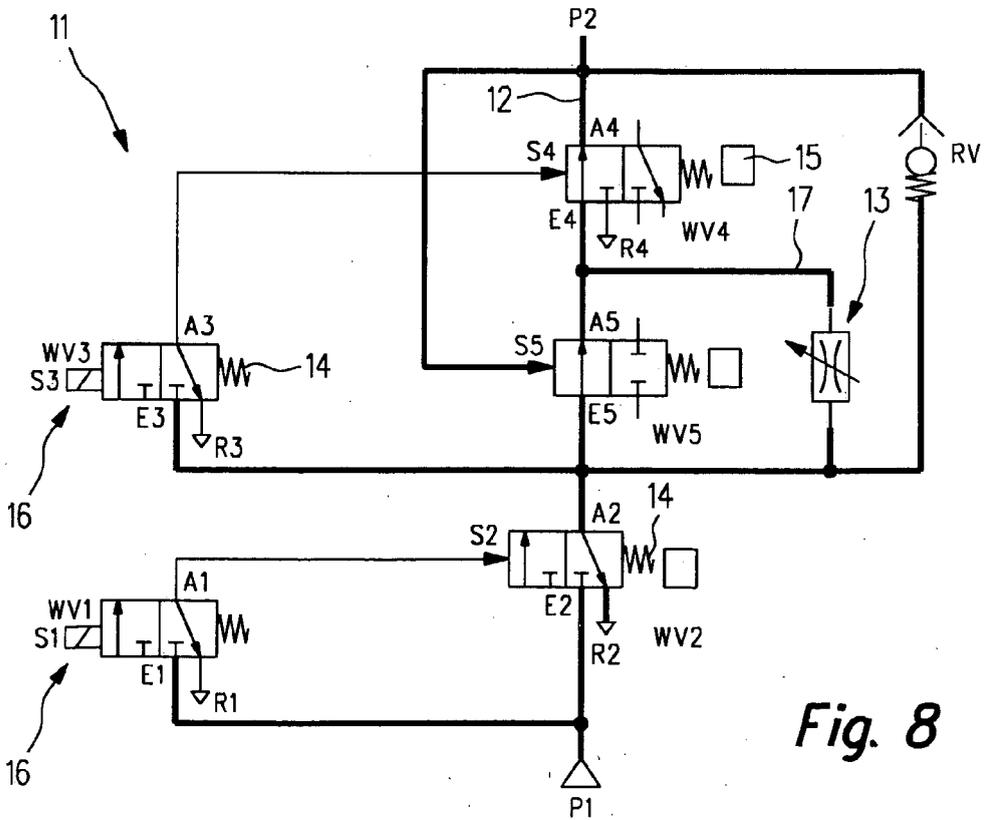


Fig. 8

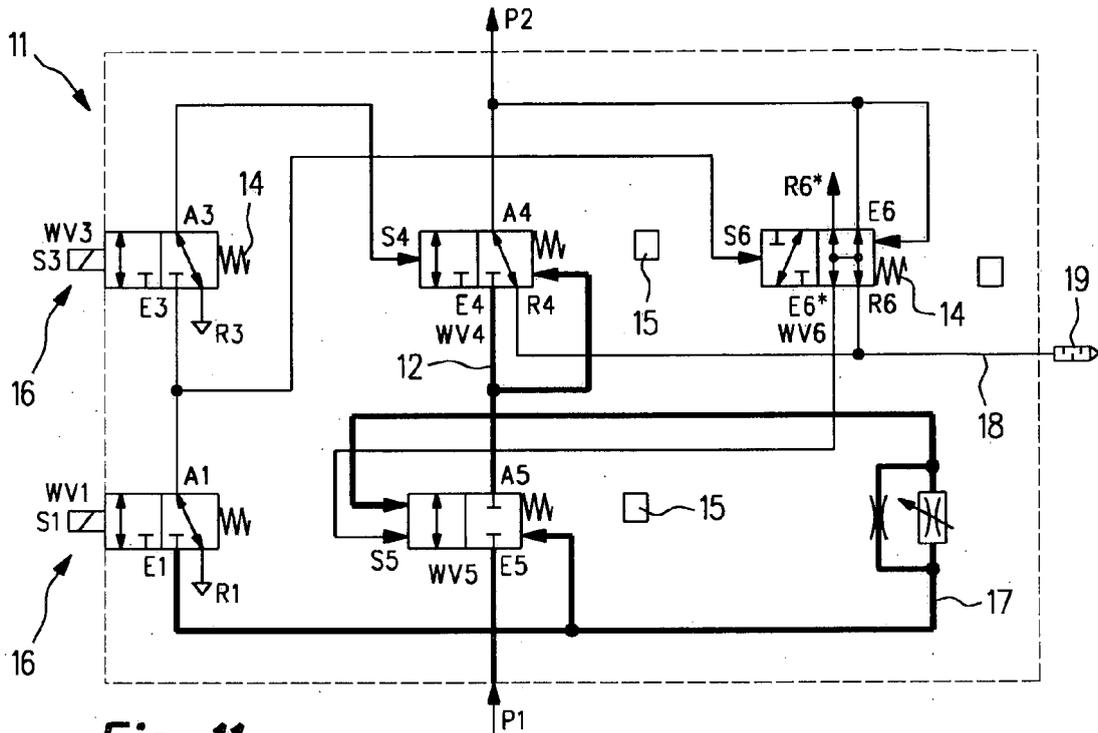


Fig. 11

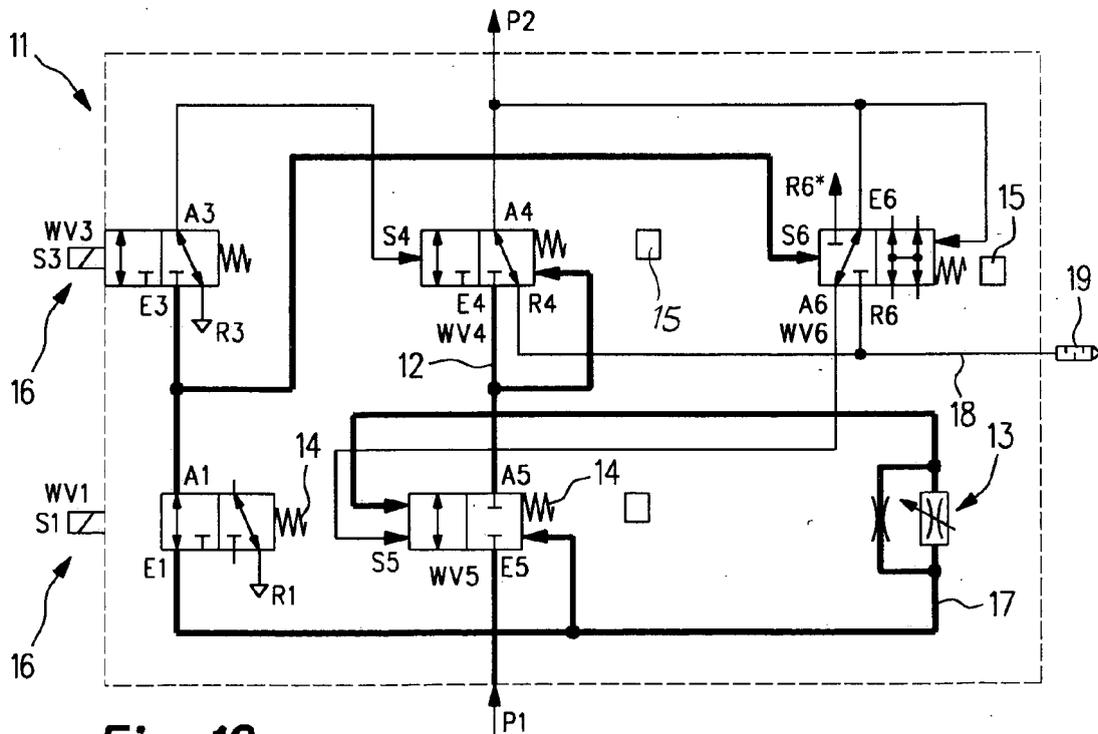


Fig. 12

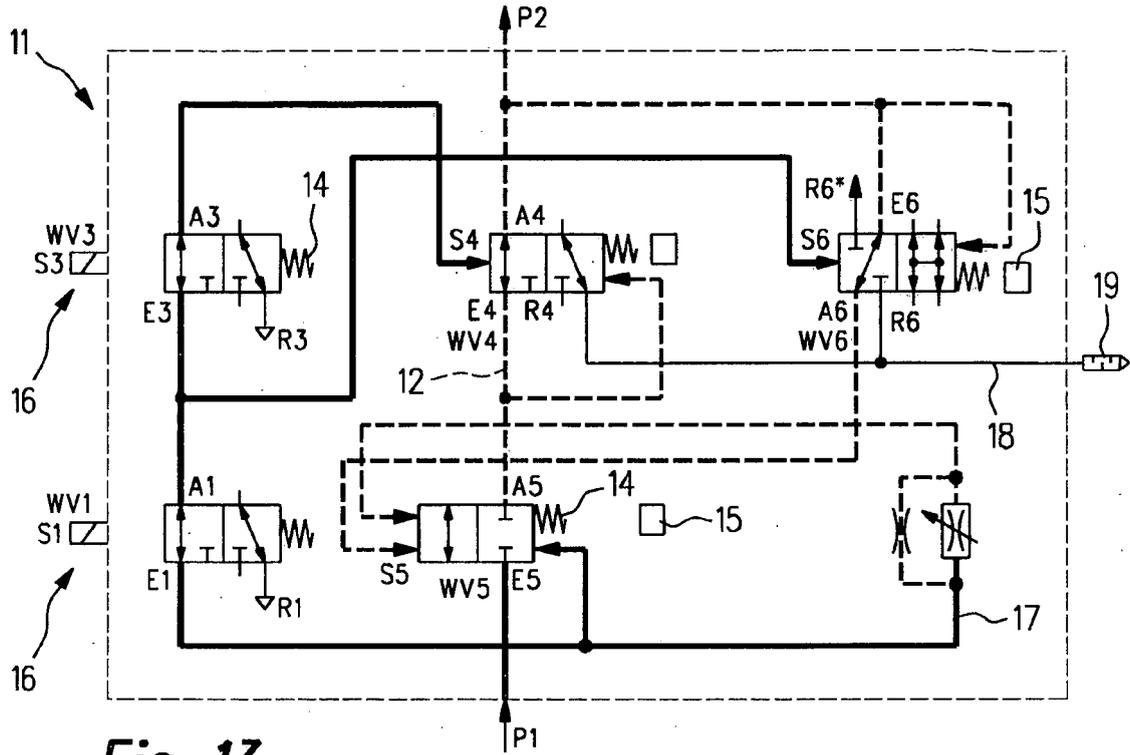


Fig. 13

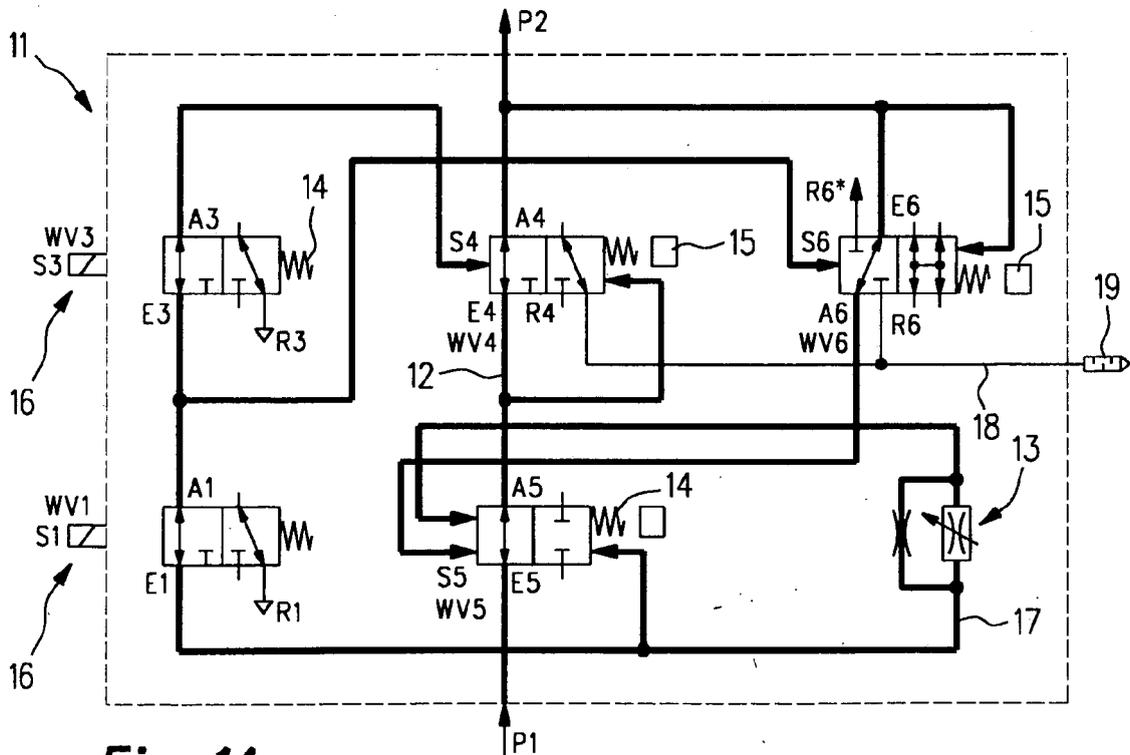


Fig. 14

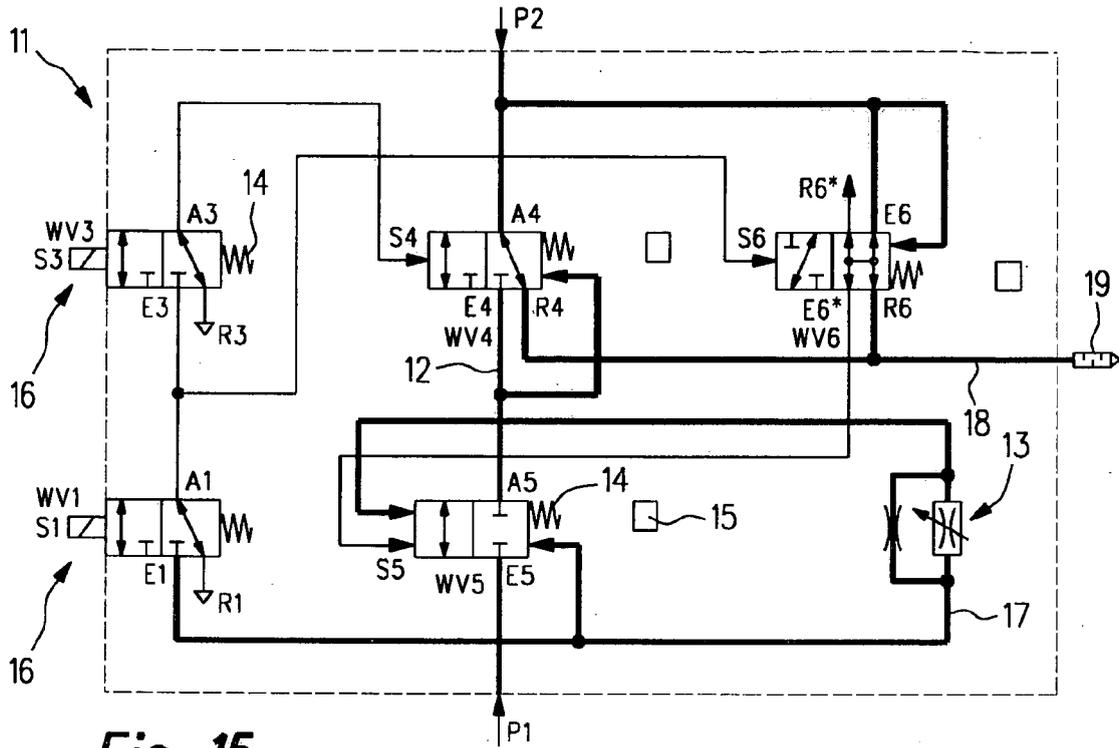


Fig. 15

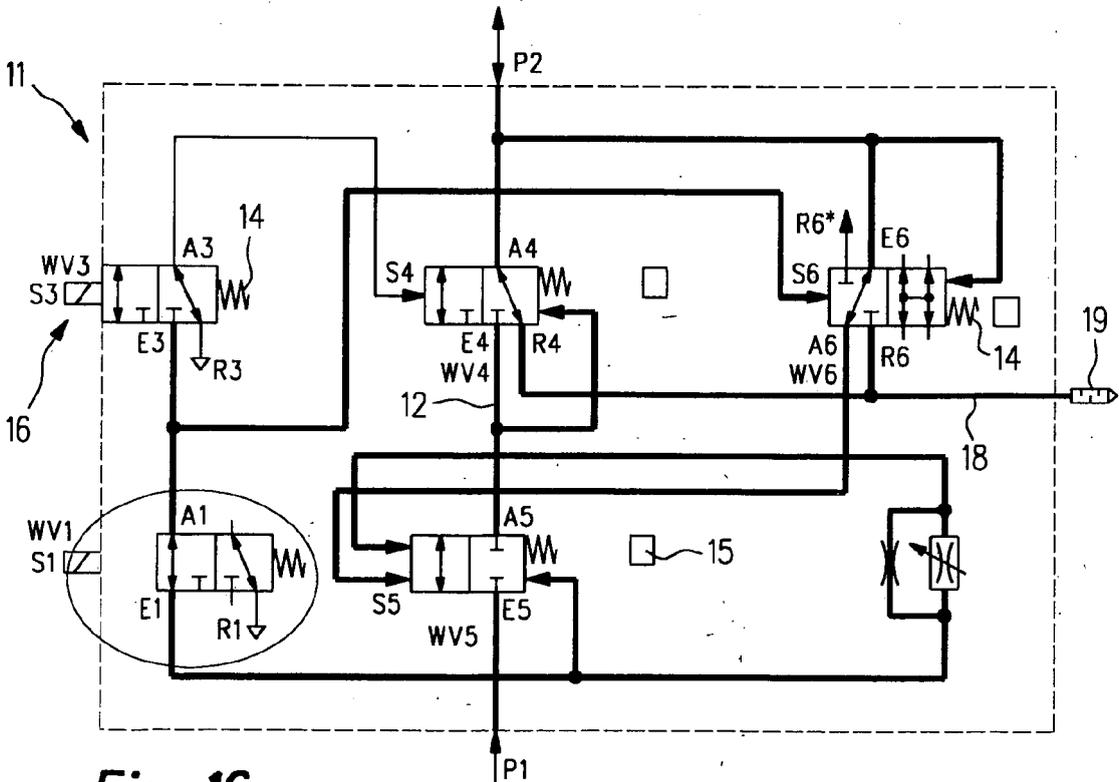


Fig. 16

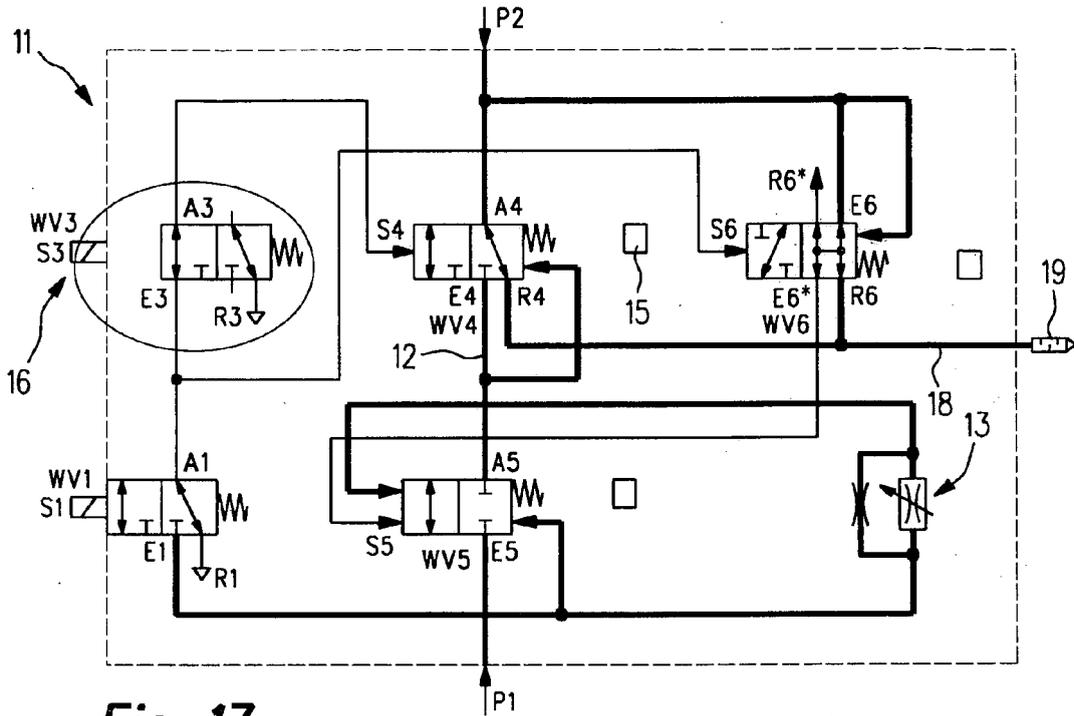


Fig. 17

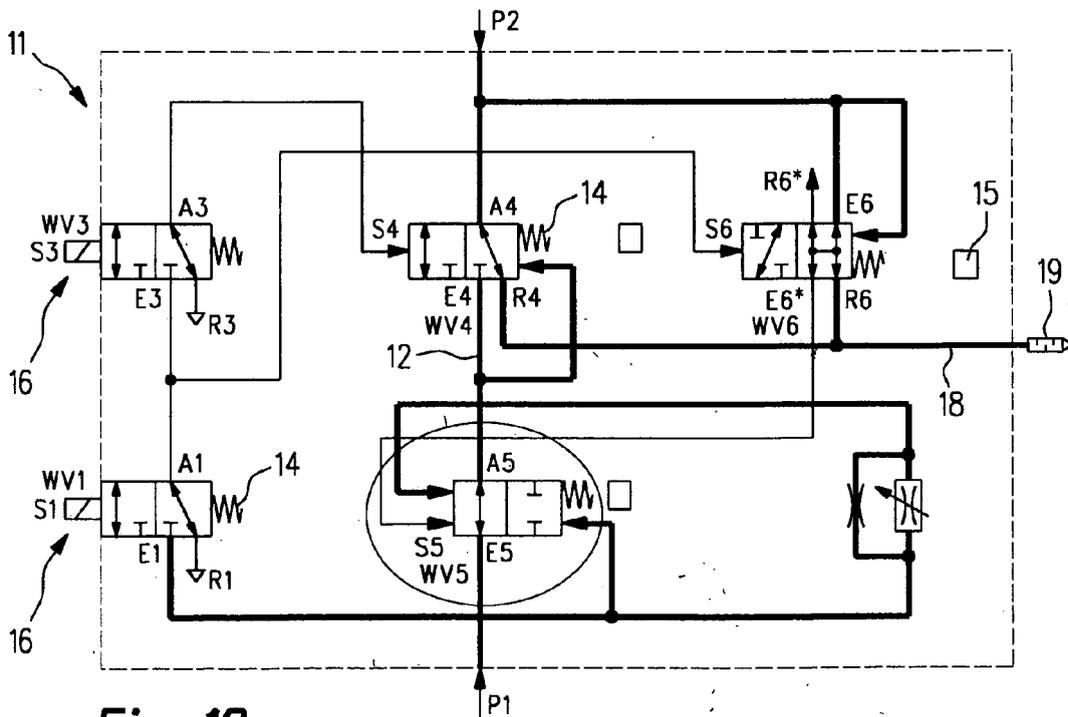


Fig. 18

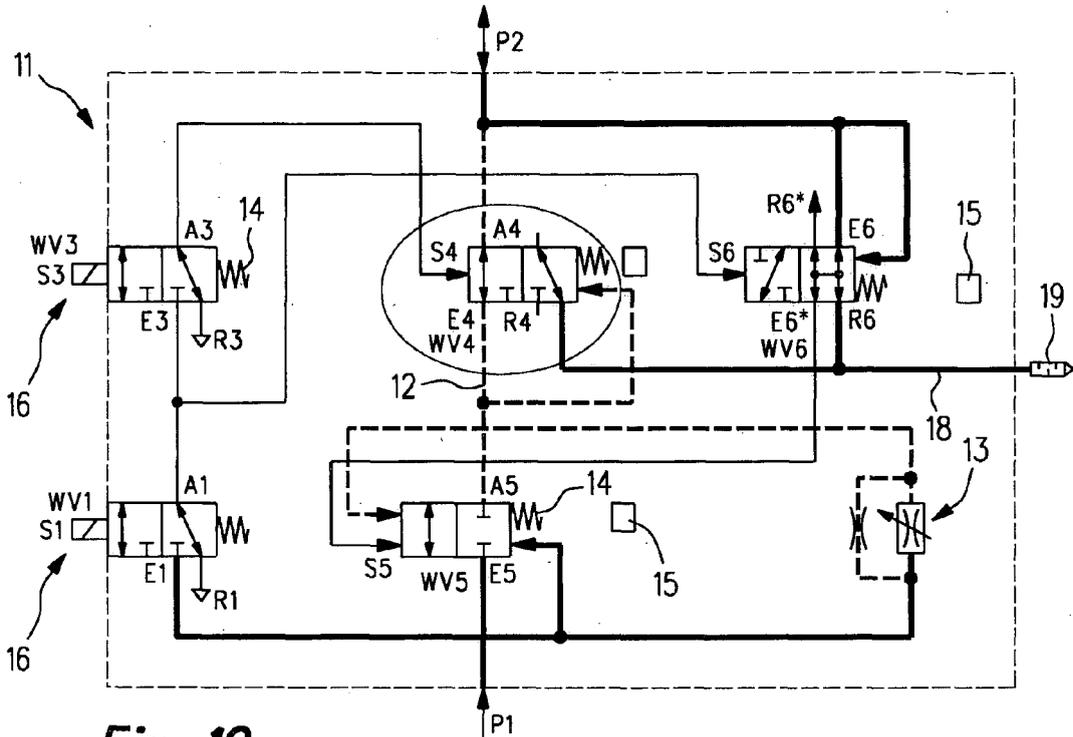


Fig. 19

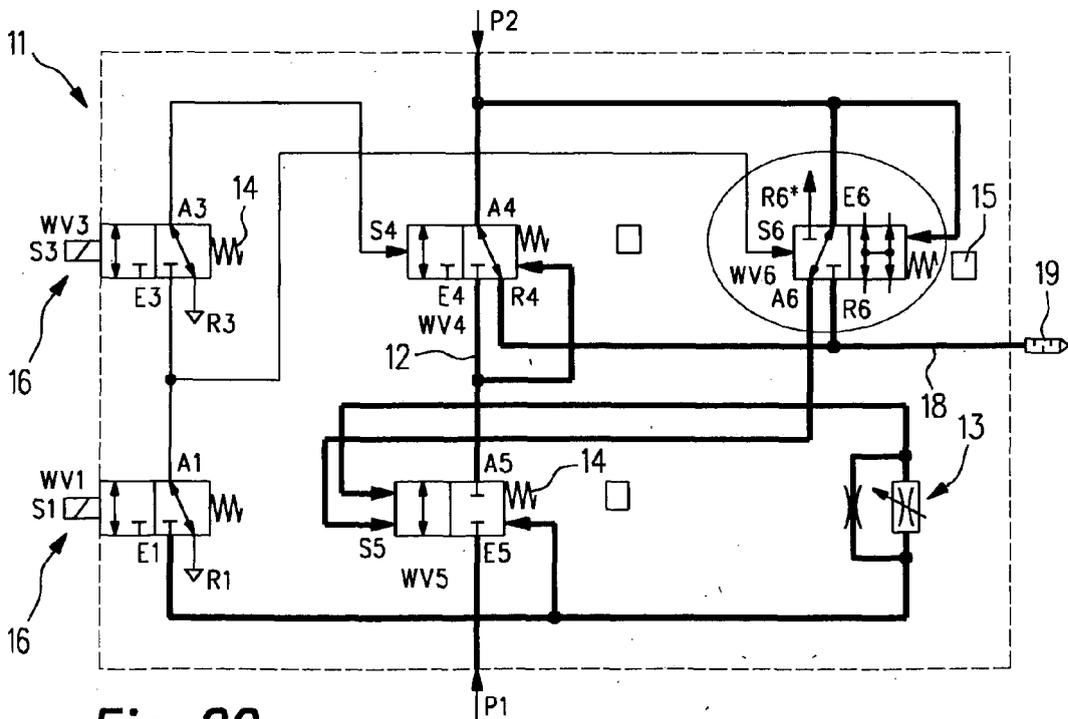


Fig. 20