(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 242 933 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.01.2013 Patentblatt 2013/02

(21) Anmeldenummer: **08715786.3**

(22) Anmeldetag: **15.02.2008**

(51) Int Cl.:
F15B 11/068 *(2006.01)* ***F15B 19/00*** *(2006.01)*
F15B 20/00 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/001164

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/100734 (20.08.2009 Gazette 2009/34)

(54) SOFTSTARTVORRICHTUNG FÜR DRUCKLUFTSYSTEME UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SOFTSTARTVORRICHTUNG

SOFT START DEVICE FOR COMPRESSED AIR SYSTEMS AND METHOD FOR OPERATING A SOFT START DEVICE

DISPOSITIF DE MISE EN PRESSION PROGRESSIVE DE SYSTÈMES D'AIR COMPRIMÉ ET PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UN DISPOSITIF DE MISE EN PRESSION PROGRESSIVE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.10.2010 Patentblatt 2010/43

(73) Patentinhaber: **FESTO AG & Co. KG**
73734 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
- **CHRISTIANI, Peter**
  72639 Neuffen (DE)
- **GEBAUER, Günter**
  73734 Esslingen (DE)
- **NEEF, Bodo**
  73765 Neuhausen a.d.F. (DE)
- **KLESKE, Markus**
  73098 Rechberghausen (DE)
- **WALDEN, Udo**
  73773 Aichwald (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 758 063 **EP-A- 1 645 755**

- **WERNER DEPPERT ET AL: "Pneumatische Steuerungen, PASSAGE" PNEUMATISCHE STEUERUNGEN. EINFUHRUNG UND GRUNDLAGEN PNEUMATISCHER STEUERUNGEN, VOGEL,WURZBURG, DE, 1. Januar 1994 (1994-01-01), Seiten 160-161, XP002433275**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 242 933 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Softstartvorrichtung für Druckluftsysteme sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Softstartvorrichtung. Die Softstartvorrichtung,

- 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 Wegeventilen der Ventilschaltung derart miteinander verschaltet sind, dass bei einem Softstartvorgang, bei zunächst gesperrtem Hauptventil, Druckluft mit gegenüber dem Primärdruck geringerem, allmählich ansteigendem Sekundärdruck am Sekundärauslass anliegt, bis ab einem bestimmten Verhältnis zwischen Sekundär- und Primärdruck ein Schaltvorgang des Hauptventils in seine Offenstellung stattfindet, so dass 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, so dass, 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. Gegebenenfalls wird durch die ungewollte Kolbenbewegung eine nachgeordnete Funktionseinheit unbeabsichtigt betätigt, was wiederum zu Gefahrensituationen führen kann. 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 ist beispielsweise in der 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] Eine Softstartvorrichtung der eingangs erwähnten Art, die eine "Ein-Fehler-Sicherheit" bietet, ist in der EP 1 645 755 A2 offenbart. Der Sekundärauslass kann hierbei bei Fehlfunktion eines der Ventile trotzdem entlüftet werden. Damit genügt diese Softstartvorrichtung den Erfordernissen der Norm EN 954-1, Kategorie 3.

[0006] Allerdings ist in der Folge-Norm DIN ISO 19849 für Kategorie 3 und insbesondere für Kategorie 4 eine höhere Testgüte gefordert, insbesondere dass vor dem Softstartvorgang ein Test- bzw. Diagnosemodus der Ventile durchführbar ist, um Fehler beim Einleiten des Softstartvorgangs auszuschließen.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Softstartvorrichtung bzw. ein Verfahren zum Betreiben einer Softstartvorrichtung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, mit der bzw. mit dem vor Einleitung des Startvorgangs ein Diagnosemodus durchführbar ist.

[0008] Diese Aufgabe wird durch eine Softstartvorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

[0009] Die erfindungsgemäße Softstartvorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass

- der Einlass des als fünftes Wegeventil vom Typ 2/2-nc ausgebildeten Hauptventils 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 sind, 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 mit dem Primäreinlass und der Auslass mit der Steuerseite des sechsten Wegeventils verbunden sind, wobei das erste Wegeventil über einen Entlüftungs-

abgang entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel aktiv schaltbar ist,

- der Einlass des dritten Wegeventils vom Typ 3/2-nc mit dem Primäreinlass und der Auslass des dritten Wegeventils mit der Steuerseite eines vierten Wegeventils vom Typ 3/2-nc gekoppelt ist, wobei das dritte Wegeventil über einen Entlüftungsabgang entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel aktiv schaltbar ist,

- der Auslass des vierten Wegeventils mit dem Sekundärauslass und parallel dazu mit einem Einlass des sechsten Wegeventils verbunden ist, wobei das vierte Wegeventil über einen Entlüftungsabgang entlüftbar ist, und

- das sechste Wegeventil zwischen einer Normalstellung und einer Funktionsstellung schaltbar ist, wobei in Normalstellung ein erster Einlass mit dem Sekundärauslass und parallel dazu mit dem Auslass des vierten Wegeventils verbunden ist, während der dazugehörige erste Entlüftungsabgang zur Atmosphäre hin offen ist, und ein zweiter Einlass mit der Steuerseite des fünften Wegeventils gekoppelt ist, während ein dazugehöriger zweiter Entlüftungsabgang zur Atmosphäre hin 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.

[0010] Erstes und drittes Wegeventil sind also parallel geschaltet, wobei das erste Wegeventil das sechste Wegeventil und das dritte Wegeventil das vierte Wegeventil ansteuert. Dadurch ist es möglich, einen Test- bzw. Diagnosemodus zu fahren, bei dem unabhängig voneinander die Schaltzustände des vierten und sechsten Wegeventils überprüft werden. Da viertes und sechstes Wegeventil nicht aktiv schaltbar sind, ist es von Vorteil, dass die Schaltzustände dieser Ventile vor dem Einleiten des Softstartvorgangs überprüft werden können. Insbesondere nach langen Stillstandzeiten könnte sich bei diesen Ventilen beispielsweise ein sogenannter "Slip-Stick"-Effekt ausbilden, wodurch diese Ventile trotz Druckluftbeaufschlagung an deren Steuerseite nicht wie vorgesehen in ihre Offen- bzw. Funktionsstellung schalten. Es kann also bereits vor dem Startvorgang eine Fehlersuche eingeleitet werden. Durch den Diagnosemodus ist sichergestellt, dass auch beim Softstartvorgang keine Fehlfunktion eines der Ventile vorliegt.

[0011] In besonders bevorzugter Weise werden die nicht aktiv schaltbaren Wegeventile durch Stellfedern und zusätzlich durch Druckbeaufschlagung mit Druckluft, in ihre nc-Stellung gehalten, um eine Vordruckunabhängigkeit zu erreichen. Alternativ wäre es auch möglich, die betreffenden Wegeventile ohne zusätzliche Druckbeaufschlagung in ihrer nc-Stellung zu halten und beispielsweise eine Stellfeder mit dementsprechend größerer Federkraft einzusetzen.

[0012] 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.

[0013] In besonders bevorzugter Weise ist eine Sensoreinrichtung mit mehreren Sensoren zur Feststellung der aktuellen Schaltzustände der Ventile, insbesondere der nicht aktiv schaltbaren Wegeventile, vorgesehen. Die Sensoren können beispielsweise als Reed-Schalter ausgebildet sein. Es sind jedoch auch andere Sensor-Arten einsetzbar. Zweckmäßigerweise ist eine mit den Schaltmitteln des ersten und dritten Wegeventils gekoppelte Steuereinrichtung vorgesehen. Dadurch ist eine Signalübermittlung von den Sensoren an die Steuereinrichtung und in Abhängigkeit eines Auswerteergebnisses von der Steuereinrichtung an die Schaltmittel möglich.

[0014] Die Erfindung umfasst ferner noch ein Verfahren zum Betreiben einer Softstartvorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 11.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren, mit dem ein Test- bzw. Diagnosemodus gefahren werden kann, weist folgende Verfahrensschritte auf:

- Schalten des ersten Wegeventils in seine Offenstellung, wodurch die Steuerseite des sechsten Wegeventils mit Druckluft beaufschlagt wird,

- Bestimmung des Schaltzustandes des sechsten Wegeventils mittels des zugeordneten Sensors,

- Feststellen des Ergebnisses der Schaltzustandsabfrage, wobei bei einem festgestellten Schaltvorgang des sechsten Wegeventils ein Schaltvorgang des dritten Wegeventils oder der Softstartvorgang eingeleitet wird,

- Schalten des dritten Wegeventils in seine Offenstellung nach oder alternativ vor dem Schalten des ersten Wegeventils, wobei das erste Wegeventil beim Schalten des dritten Wegeventils in seiner nc-Stellung ist, wobei durch das Schalten des dritten Wegeventils die Steuerseite des vierten Wegeventils mit Druckluft beaufschlagt wird,

- Bestimmung des Schaltzustandes des vierten Wegeventils mittels des zugeordneten Sensors,

- Feststellen des Ergebnisses der Schaltzustandsabfrage, wobei bei einem festgestellten Schaltvorgang des vierten Wegeventils ein Schaltvorgang des ersten Wegeventils oder der Softstartvorgang eingeleitet wird.

[0016] Wie bereits erwähnt, sind erstes und drittes Wegeventil parallel geschaltet, wodurch sich das sechste Wegeventil unabhängig vom vierten Wegeventil mit Druck beaufschlagen lässt. Zweckmäßigerweise erfolgt zunächst ein Schalten des ersten Wegeventils mit der Folge, dass die Steuerseite des sechsten Wegeventils mit Druckluft beaufschlagt wird. Der Schaltzustand des sechsten Wegeventils wird dann mittels des Sensors überprüft. Hat ein Schaltvorgang stattgefunden, so ist der Strang zwischen Primäreinlass, erstem Wegeventil und sechstem Wegeventil fehlerlos und als nächstes kann eine Diagnose des anderen Strangs, der das dritte und das vierte Wegeventil beinhaltet, durchgeführt. Dabei befindet sich das erste Wegeventil wieder in seiner nc-Stellung. Wird auch bei Schaltung des dritten Wegeventils ein Schaltvorgang des vierten Wegeventils detektiert, so ist auch dieser Strang fehlerlos. Dadurch kann dann der Softstartvorgang eingeleitet werden. Es ist natürlich auch möglich, zunächst das dritte Wegeventil und den Strang drittes Wegeventil mit viertem Wegeventil und danach das erste Wegeventil und den Strang erstes Wegeventil mit sechstem Wegeventil zu testen.

[0017] Bei einer Weiterbildung der Erfindung findet eine mit dem Ergebnis zur Schaltzustandsabfrage korrespondierende Signalübermittlung vom betreffenden Sensor an die Steuereinrichtung statt, wobei in Abhängigkeit des Ergebnisses eine Aktivierung oder keine Aktivierung der dem ersten und dritten Wegeventil zugeordneten Schaltmittel stattfindet. Wird also kein Fehler festgestellt, so kann automatisch der Softstartvorgang eingeleitet werden. Wird jedoch in einem der Stränge ein Fehler festgestellt, so unterbleibt die Einleitung des Softstartvorgangs.

[0018] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher erläutert. Die Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine Ventilschaltung samt druckluftbeaufschlagter Stränge (fette Linien) eines bevorzugten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Softstartvorrichtung in Ruhestellung vor dem Softstartvorgang,

Fig. 2 die Ventilschaltung gemäß Fig. 1 im Diagnosemodus bei geschaltetem ersten Wegeventil,

Fig. 3 die Ventilschaltung gemäß Fig. 1 im Diagnosemodus bei geschaltetem dritten Wegeventil, während das erste Wegeventil in seiner nc-Stellung ist,

Fig. 4 die Ventilschaltung gemäß Fig. 1 bei geschaltetem ersten und dritten Wegeventil, wobei hier der Softstartvorgang einleitet ist,

Fig. 5 die Ventilschaltung gemäß Fig. 1 nach dem Softstartvorgang,

Fig. 6 die Ventilschaltung gemäß Fig. 1 beim Entlüftungsvorgang in Standard-Entlüftungsschaltstellung,

Fig. 7 die Ventilschaltung gemäß Fig. 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei das erste Wegeventil eine Fehlfunktion hat,

Fig. 8 die Ventilschaltung gemäß Fig. 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei das dritte Wegeventil eine Fehlfunktion hat,

Fig. 9 die Ventilschaltung gemäß Fig. 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei das fünfte Wegeventil eine Fehlfunktion hat,

Fig. 10 die Ventilschaltung gemäß Fig. 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei das vierte Wegeventil eine Fehlfunktion hat, und

Fig. 11 die Ventilschaltung gemäß Fig. 1 beim Entlüftungsvorgang, wobei das sechste Wegeventil eine Fehlfunktion hat.

[0019] Die Fig. 1 bis 11 zeigen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Softstartvorrichtung 11. Die Komponenten der Ventilschaltung können hier gemeinsam in einer Ventileinheit untergebracht werden. Es ist 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.

[0020] Wie beispielsweise in Fig. 1 dargestellt, ist die Ventilschaltung gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel folgendermaßen aufgebaut:

[0021] 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 Ausgangs einer 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 Wegeventil 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 zur Feststellung seines aktuellen Schaltzustandes zugeordnet.

[0022] In Parallelschaltung zum fünften Wegeventil WV5 ist ein erstes Wegeventil WV1 angeordnet, dessen Einlass E1 mit dem Primäreinlass P1 und dessen Auslass A1 mit der Steuerseite S6 eines 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 WV1 über eine Stellfeder 14 in seiner nc-Stellung gehalten.

[0023] Parallel zum ersten Wegeventil WV1 ist ein drittes Wegeventil WV3 angeordnet, dessen Einlass E3 mit dem Primäreinlass P1 und 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.

[0024] 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 eines 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.

[0025] Das mittels des ersten Wegeventils WV1 angesteuerte 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 dazu gehörige 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 dazu gehöriger zweiter Entlüftungsabgang R6* zur Atmosphäre hin offen ist. In der Funktionsstellung des sechsten Wegeventils WV6 hingegen ist dessen Einlass E6 mit dem Auslass A4 des vierten Wegeventils WV4 und parallel dazu mit dem Sekundärauslass P2 verbunden, während der dazu gehörige Auslass A6 mit der Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 gekoppelt ist.

[0026] In Fig. 1 ist eine Schaltstellung dargestellt, bei der alle 3/2- bzw. 2/2-Wegeventile in ihre 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 bezeichnet werden. Dabei steht vom Primäreinlass P1 stammende Druckluft mit Primärdruck am Einlass E1 des geschlossenen ersten Wegeventils WV1, parallel dazu am Eingang E5 des geschlossenen fünften Wegeventils WV5, und parallel dazu am Einlass E3 des dritten Wegeventils WV3 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 WV4, 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 zusätzliche ein Festdrossel in Form eines die einstellbare Drossel umgehende Drossel-Bypasses. Dadurch wird verhindert, dass bei geschlossenem Drosselventil der Strömungsweg vollständig verschlossen ist. Vielmehr kann stets eine Druckluftmenge über den Drossel-Bypass, der eine 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.

[0027] Fig. 2 zeigt einen Testmodus, bei dem zunächst nur das erste Wegeventil WV1 in seine Offenstellung geschaltet hat, so dass Druckluft und der Primärdruck zur Steuerseite S6 des sechsten Wegeventils WV6 gelangt. Im Test- bzw. Diagnosemodus wird mittels des dem sechsten Wegeventils WV6 zugeordneten Sensors 15 eine Schaltzustandsabfrage dieses sechsten Wegeventils WV6 durchgeführt. Der Sensor 15 detektiert also den Schaltzustand des sechsten Wegeventils WV6 und übermittelt mit diesem korrespondierende Signale an eine Steuereinrichtung 20. Hat das sechste Wegeventil WV6 in seine Funktionsstellung geschaltet, wie in Fig. 2 dargestellt, so kann ausgeschlossen werden, dass das sechste Wegeventil WV6 eine Fehlfunktion hat. Dies könnte beispielsweise bei längeren Stillstandzeiten, beispielsweise durch vorerwähnten "Slip-Stick"-Effekt, der Fall sein. Bei einem Schaltvorgang des sechsten Wegeventils WV6 ist also der Strang Primäreinlass P1, erstes Wegeventil WV1 und sechstes Wegeventil WV6 fehlerfrei. Über die Steuereinrichtung 20 wird nunmehr das erste Wegeventil WV1 zurück in seine nc-Stellung geschaltet. Wird hingegen detektiert, dass das sechste Wegeventil WV6 nicht vorschriftsmäßig in seine Funktionsstellung geschaltet hat, so erfolgt hier ein Abbruch, d.h. eine Fortführung des Vorgangs ist solange nicht mehr möglich, bis der Fehler behoben ist.

[0028] Fig. 3 zeigt ebenfalls den Testmodus, bei dem, zeitlich nachdem festgestellt wurde, dass der Strang Primärauslass, erstes Wegeventil WV1 und sechstes Wegeventil WV6 keinen Fehler hat, das dritte Wegeventil WV3 in die Offenstellung geschaltet wird. Das dritte Wegeventil WV3 wird in seine Offenstellung geschaltet, so dass Druckluft und der Primärdruck zur Steuerseite S4 des vierten Wegeventils WV4 gelangt. Auch hier wird eine Schaltzustandsabfrage des vierten Wegeventils WV4 mittels des zugeordneten Sensors 15 durchgeführt. Die mit diesem Schaltzustand korrespondierenden Signale werden wiederum an die Steuereinrichtung 20 übermittelt. Hat das vierte Wegeventil WV4 vorschriftsmäßig in seine in Fig. 3 dargestellte Offenstellung geschaltet, so ist der Strang Primäreinlass P1, drittes Wegeventil WV3 und viertes Wegeventil WV4 fehlerfrei. Wird hingegen detektiert, dass das vierte Wegeventil

WV4 nicht vorschriftsmäßig in die Offenstellung geschaltet hat, so erfolgt auch hier ein Abbruch, d.h. der Vorgang wird abgebrochen, bis der Fehler behoben ist. Für den Fall, dass das vierte Wegeventil WV4 vorschriftsmäßig in die Offenstellung geschaltet und der Sensor 15 die hierzu korrespondierenden Signale über den festgestellten Schaltzustand an die Steuereinrichtung 20 übermittelt hat, steuert die Steuereinrichtung 20 die dem ersten Wegeventil WV1 zugeordneten Schaltmittel 16 an, wodurch automatisch der in Fig. 4 dargestellte Softstartvorgang eingeleitet wird.

[0029] Fig. 4 zeigt, wie erwähnt, eine Schaltstellung beim Einleiten des Softstartvorgangs. Dabei haben das erste Wegeventil WV1 und das dritte Wegeventil WV3 vorschriftsmäßig in ihre Offenstellung geschaltet. 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 Öffnen des vierten Wegeventils WV4 abgeführt und gelangt zum Primärauslass P2. Druckluft unter Primärdruck kann jedoch nicht sofort nachströmen, da die Drosseleinrichtung 13 zwischengeschaltet ist, die die anstehende Druckluft unter Primärdruck auf Sekunkärdruck drosselt. Es gelangt also Druckluft mit Sekundärdruck zum vierten Wegeventil WV4 und dort zum Primärauslass P2. Gleichzeitig strömt 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 Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5, so dass das fünfte Wegeventil WV5 also doppelt mit Druckluft und der 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 kann beispielsweise im Bereich von >0 bis 1, insbesondere 0,4 bis 0,6 liegen. Besonders bevorzugt wird in Offenstellung geschaltet, falls der Sekundärdruck P2 gleich ca. 0,5 · Primärdruck P1 beträgt.

[0030] Fig. 5 zeigt die Schaltstellung nach dem Softstartvorgang. Durch den anstehenden Druck auf der Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 hat dieses geöffnet, so dass Druckluft direkt vom Primäreinlass P1 über den Hauptströmungsweg 12, das vierte Wegeventil WV4 passierend, zum Sekundärauslass P2 und von dort zu den Verbrauchern gelangt.

[0031] Fig. 6 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 eine nc-Stellung zurückgeschaltet, während das sechste Wegeventil WV6 in seine Normalstellung zurückgeschaltet 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. Bevorzugterweise 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 ausdrehenden Druckluft zugeordnet sein.

[0032] Wird der Softstartvorgang abgebrochen und soll entlüftet werden, wird sich die Standard-Entlüftungsschaltstellung einstellen, d.h. vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft entweicht über die Entlüftungsabgänge R4 und R6 des vierten bzw. sechsten Wegeventils WV4 bzw. WV6.

[0033] Fig. 7 zeigt eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das erste Wegeventil WV1 eine Fehlfunktion hat, d.h. nicht in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat. Dadurch bleibt der Durchgang E1-A1 offen und Druckluft steht nach wie vor an der Steuerseite S6 des sechsten Wegeventils WV6 an, so dass 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, so dass 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 in den Entlüftungsabgang R4 entweichen. Zudem wird die Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 über die Anschlüsse A6-E6 und den Entlüftungsabgang R4 entlüftet, so dass das fünfte Wegeventil WV5 in seine nc-Stellung zurückschaltet.

[0034] Fig. 8 zeigte eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das dritte Wegeventil WV3 eine Fehlfunktion hat, d.h. nicht in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat. Dadurch bleibt der Durchgang E3-A3 offen und Druckluft steht nach wie vor an der Steuerseite S4 des vierten Wegeventils WV4 an, so dass dieses in seiner Offenstellung verbleibt. Der Entlüftungsabgang R4 des vierten Wegeventils WV4 ist somit gesperrt. Ein Entlüften ist jedoch trotzdem möglich, da das erste Wegeventil WV1 vorschriftsmäßig in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat, so dass an der Steuerseite S6 des sechsten Wegeventils WV6 anstehende Druckluft über den Entlüftungsabgang R1 entweichen kann, wodurch das sechste Wegeventil WV6 in seine Normalstellung zurückschaltet. Vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft kann nunmehr über den Entlüftungsabgang R6 entweichen. Zudem wird die Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 über

die Anschlüsse A6-E6 zur Atmosphäre hin entlüftet, so dass das fünfte Wegeventil WV5 in seine nc-Stellung zurückschaltet.

[0035] Fig.9 zeigt eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das fünfte Wegeventil WV5 eine Fehlfunktion hat, d.h. nicht in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat. Dadurch bleibt der Hauptströmungsweg 12 über E5-A5 offen, so dass 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 sowohl 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 stammende Druckluft über die Entlüftungsabgänge R4 und R6 möglich.

[0036] Fig. 10 zeigt eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das vierte Wegeventil WV4 eine Fehlfunktion hat, d.h. nicht in seine nc-Stellung zurückgeschaltet hat. Der Entlüftungsabgang R4 ist somit gesperrt. Ein Entlüften ist 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 WV6 entlüftet wird, so dass dieses in seine Normalstellung zurückschaltet, so dass an der Steuerseite S5 des fünften Wegeventils WV5 anliegende Druckluft über die Anschlüsse E6* und R6* entlüftet wird, so dass das fünfte Wegeventil WV5 ebenfalls in seine nc-Stellung zurückschaltet. Vom Sekundärauslass P2 stammende Druckluft kann nunmehr über den Entlüftungsabgang R6 entweichen.

[0037] Fig. 11 zeigt schließlich eine Entlüftungsschaltstellung, bei der das sechste Wegeventil WV6 eine Fehlfunktion hat, d.h. nicht in seine Normalstellung zurückgeschaltet hat. Dadurch ist der Entlüftungsabgang R6 gesperrt. Erstes und drittes Wegeventil WV1 und WV3 haben jedoch vorschriftsmäßig in ihre nc-Stellung zurückgeschaltet, so dass die Steuerseite S4 des vierten Wegeventils WV4 entlüftet wird, wodurch dieses in seine nc-Stellung zurückschaltet, so das 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, so dass das fünfte Wegeventil WV5 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 (WV5) 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 Wegeventilen (WV1, WV3, WV4, WV6) 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, so dass 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

- der Einlass (E5) des als fünftes Wegeventil (WV5) vom Typ 2/2-nc ausgebildeten Hauptventils mit dem Primäreinlass (P1) und der 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 sind, 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 mit dem Primäreinlass (P1) und der Auslass (A1) mit der Steuerseite (S6) des sechsten Wegeventils (WV6) verbunden sind, wobei das erste Wegeventil (WV1) über einen Entlüftungsabgang (R1) entlüftbar und über steuerseitig angeordnete Schaltmittel (16) aktiv schaltbar ist,
- der Einlass (E3) des dritten Wegeventils (WV3) vom Typ 3/2-nc mit dem Primäreinlass (P1) und der Auslass (A3) des dritten Wegeventils (WV3) mit der Steuerseite (S4) eines vierten Wegeventils (WV4) vom Typ 3/2-nc gekoppelt sind, 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) mit dem Sekundärauslass (P2) und par-

allel dazu mit einem Einlass (E6) des sechsten Wegeventils (WV6) verbunden ist, wobei das vierte Wegeventil (WV4) über einen Entlüftungsabgang (R4) entlüftbar ist, und
- das sechste Wegeventil (WV6) zwischen einer Normalstellung und einer Funktionsstellung schaltbar ist, 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, und ein zweiter Einlass (E6*) mit der Steuerseite (S5) des fünften Wegeventils (WV5) gekoppelt ist, 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.

2. Softstartvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entlüftungsabgänge (R4, R6) des vierten und sechsten Wegeventils zu einem gemeinsamen, zur Atmosphäre hin offenen Zentralentlüftungsabgang (18) zusammengefasst sind.

3. Softstartvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Zentralentlüftungsabgang (18) ein Schalldämpfer (19) zur Schalldämpfung der austretenden Druckluft zugeordnet ist.

4. Softstartvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **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.

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

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

7. 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.

8. Softstartvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren als Reed-Schalter ausgebildet sind.

9. Softstartvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mit den Schaltmitteln des ersten und dritten Wegeventils (WV1, WV3) gekoppelte Steuereinrichtung (20) vorgesehen ist.

10. Verfahren zum Betreiben einer Softstartvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, das Verfahren mit folgenden Schritten:

- Schalten des ersten Wegeventils (WV1) in seine Offenstellung, wodurch die Steuerseite (S6) des sechsten Wegeventils (WV6) mit Druckluft beaufschlagt wird,
- Bestimmung des Schaltzustandes des sechsten Wegeventils (WV6) mittels des zugeordneten Sensors (15),
- Feststellen des Ergebnisses des Schaltzustandsabfrage, wobei bei einem festgestellten Schaltvorgang des sechsten Wegeventils (WV6) ein Schaltvorgang des dritten Wegeventils (WV3) oder der Softstartvorgang eingeleitet wird,
- Schalten des dritten Wegeventils (WV3) in seine Offenstellung nach oder alternativ vor dem Schalten des ersten Wegeventils (WV1), wobei des ersten Wegeventil (WV1) beim Schalten des dritten Wegeventils (WV3) in seiner nc-Stellung ist, wobei durch das Schalten des dritten Wegeventils (WV3) die Steuerseite (S4) des vierten Wegeventils (WV4) mit Druckluft beaufschlagt wird,
- Bestimmung des Schaltzustandes des vierten Wegeventils (WV4) mittels des zugeordneten Sensors (15),
- Feststellen des Ergebnisses des Schaltzustandsabfrage, wobei bei einem festgestellten Schaltvorgang des vierten Wegeventils (WV4)

ein Schaltvorgang des ersten Wegeventils (WV1) oder der Softstartvorgang eingeleitet wird,

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mit dem Ergebnis der Schaltzustandsabfrage korrespondierende Signalübermittlung vom betreffenden Sensor (15) an die Steuereinrichtung (20) stattfindet und in Abhängigkeit des Schaltzustands-Ergebnisses eine Aktivierung oder keine Aktivierung der dem ersten und dritten Wegeventil (WV1, WV3) zugeordneten Schaltmittel (16) stattfindet.

Claims

1. Soft-start device for compressed air systems

- with a primary inlet (P1) at which compressed air may be fed in under primary pressure
- wherein the primary inlet (P1) is connected via a valve circuit to at least one secondary outlet (P2) connectable to loads, at which compressed air may be carried away under secondary pressure, wherein the secondary pressure is less than or equal to the primary pressure,
- wherein there is interposed between primary inlet (P1) and secondary outlet (P2) a main valve (WV5) of type 2/2-nc (normally closed), which may be avoided by means of a bypass (17), wherein a restrictor device (13) is connected into the bypass (17),
- wherein main valve (WV5) and restrictor device (13) together with further directional valves (WV1, WV3, WV4, WV6) of the valve circuit are so connected to one another that, during a starting process, with the main valve (WV5) initially blocked, compressed air with a gradually rising secondary pressure, lower than the primary pressure, is present at the secondary outlet (P2) until, from a certain ratio between secondary and primary pressure, a switching process of the main valve (WV5) into its open position takes place, so that compressed air with primary pressure then reaches the secondary outlet (P2) and
- the valve circuit may be shifted into a standard venting control position such that the secondary outlet (P2) is vented,

characterised in that

- the inlet (E5) of the main valve in the form of the fifth directional valve (WV1) of type 2/2-nc is connected to the primary inlet (P1) and the outlet (A5) to the inlet (E4) of a fourth directional valve (WV4) of type 3/2-nc and in parallel with this to the outlet of the restrictor device (13), wherein the fifth directional valve (WV5) is connected on the control side to the outlet of the restrictor device (13) and in addition to an outlet (A6) of a sixth directional valve (WV6) of type 4/2-nc,
- the inlet (E1) of the first directional valve (WV1) of type 3/2-nc is connected to the primary inlet (P1) and the outlet (A1) to the control side (S6) of the sixth directional valve (WV6), wherein the first directional valve (WV1) may be vented through a vent outlet (R1) and may be activated by switching means (16) provided on the control side,
- the inlet (E3) of the third directional valve (WV3) of type 3/2-nc is connected to the primary inlet (P1) and the outlet (A3) of the third directional valve (WV3) to the control side (S4) of a fourth directional valve (WV4) of type 3/2-nc, wherein the third directional valve (WV3) may be vented through a vent outlet (R3) and may be activated by switching means (16) provided on the control side,
- the outlet (A4) of the fourth directional valve (WV4) is connected to the secondary outlet (P2) and in parallel to this to an inlet (E6) of the sixth directional valve (WV6), wherein the fourth directional valve (WV4) may be vented through a vent outlet (R4), and
- the sixth directional valve (WV6) may be switched between a normal position and a functional position, wherein in the normal position a first inlet (E6) is connected to the secondary outlet (P2) and in parallel to the outlet (A4) of the fourth directional valve (WV4), while the associated first vent outlet (R6) is open to the atmosphere and a second inlet (E6*) is connected to the control side (S5) of the fifth directional valve (WV5), while an associated second vent outlet (R6*) is open to the atmosphere, and wherein in the functional position the inlet (E6) is connected to the outlet (A4) of the fourth directional valve (WV4) and in parallel to the secondary outlet (P2), and the associated outlet (A6) is connected to the control side (S5) of the fifth directional valve (WV5).

2. Soft-start device according to claim 1, **characterised in that** the vent outlets (R4, R6) of the fourth and sixth directional valves are combined to form a common central vent outlet (18), open to the atmosphere.

3. Soft-start device according to claim 1 or 2, **characterised in that** the central vent outlet (18) is assigned a silencer (19) for damping the noise of the outgoing compressed air.

4. Soft-start device according to any of the preceding claims, **characterised in that** the fifth directional valve (WV5) is held in its "nc" position by a positioning

spring (14) and additionally by compressed air pressurisation through coupling to the primary inlet (P1), and that the fourth directional valve (WV4) is held in its "nc" position by a positioning spring (14) and additionally by compressed air pressurisation through coupling to the outlet (A5) of the fifth directional valve and in parallel to the outlet of the restrictor device, and that the sixth directional valve (WV6) is held in its normal position by a positioning spring (14) and additionally by compressed air pressurisation through coupling to the secondary outlet (P2) and in parallel to the outlet (A4) of the fourth directional valve (WV4).

5. Soft-start device according to any of the preceding claims, **characterised in that** the restrictor device (13) has an adjustable restrictor valve and in addition a fixed restrictor in the form of a restrictor bypass which bypasses the adjustable restrictor.

6. Soft-start device according to any of the preceding claims, **characterised in that** the ratio between secondary and primary pressure, from which a switching process of the main valve (WV5) into the open position takes place, lies in the range between >0 and 1, typically 0.4 to 0.6.

7. Soft-start device according to any of the preceding claims, **characterised in that** a sensor device with several sensors (15) is provided to determine the current switching status of the directional valves, in particular the inactive switchable directional valves.

8. Soft-start device according to claim 7, **characterised in that** the sensors are in the form of reed switches,

9. Soft-start device according to any of the preceding claims, **characterised in that** a control unit (20) connected to the switching means of the first and third directional valves (WV1, WV3) is provided.

10. Method of operating a soft-start device according to any of claims 1 to 9, with the following steps:

- switching of the first directional valve (WV1) into its open position, by which means the control side (S6) of the sixth directional valve (WV6) is pressurised by compressed air,
- determining the switching status of the sixth directional valve (WV6) by means of the assigned sensor (15),
- determining the result of the switching status inquiry wherein, in the case of an established switching process of the sixth directional valve (WV6), a switching process of the third directional valve (WV3) or the soft-start process are initiated,
- switching of the third directional valve (WV3) into its open position after or alternatively before switching of the first directional valve (WV1), wherein on switching of the third directional valve (WV3) the first directional valve (WV1) is in its "nc" position, wherein through the switching of the third directional valve (WV3) the control side (S4) of the fourth directional valve (WV4) is pressurised with compressed air,
- determination of the switching status of the fourth directional valve (WV4) by means of the assigned sensor (15),
- determining the result of the switching status inquiry wherein, in the case of an established switching process of the fourth directional valve (WV4), a switching process of the first directional valve (WV1) or the soft-start process are initiated.

11. Method according to claim 10, **characterised in that** a signal transmission corresponding to the result of the switching status inquiry is made from the relevant sensor (15) to the control unit (20) and, depending on the switching status result, activation or no activation of the switching means (16) assigned to the first and third directional valves (WV1, WV3) takes place.

Revendications

1. Dispositif de mise en pression progressive pour des systèmes d'air comprimé,

- comportant une entrée primaire (P1), à laquelle peut être amené de l'air comprimé sous pression primaire,
- sachant que l'entrée primaire (P1) est reliée par l'intermédiaire d'un circuit de valves à une sortie secondaire (P2) pouvant être couplée à au moins un consommateur, au niveau de laquelle de l'air comprimé sous pression secondaire peut être évacué, sachant que la pression secondaire est inférieure ou égale à la pression primaire,
- sachant qu'est installée entre l'entrée primaire (P1) et la sortie secondaire (P2) une valve principale (WV5) du type 2/2-nc (normalement fermée), laquelle peut être contournée au moyen d'une dérivation (17), sachant qu'un système d'étranglement (13) est installé dans la dérivation (17),
- sachant que la valve principale (WV5) et le système d'étranglement (13) sont commutés conjointement avec d'autres valves (WV1, WV3, WV4, WV6) du circuit de valves de telle manière que lors d'un processus de mise sous pression, lorsque la valve principale (WV5) est tout

d'abord fermée, de l'air comprimé présentant une pression secondaire plus faible par rapport à la pression primaire, puis augmentant au fur et à mesure est présent au niveau de la sortie secondaire (P2) jusqu'à ce qu'à partir d'un certain rapport entre la pression secondaire et la pression primaire, un processus de commutation de la valve principale (WV5) ait lieu dans sa position ouverte de sorte qu'alors de l'air comprimé présentant une pression primaire parvienne jusqu'à la sortie secondaire (P2) et

- que le circuit de valves peut être amené dans une position de purge standard telle que la sortie secondaire (P2) est purgée,

caractérisé en ce que

- l'entrée (E5) de la valve principale réalisée comme une cinquième valve (WV5) du type 2/2-nc est reliée à l'entrée primaire (P1) et la sortie (A5) est reliée à l'entrée (E4) d'une quatrième valve (WV4) du type 3/2-nc et en parallèle reliée à la sortie du système d'étranglement (13), sachant que la cinquième valve (WV5) est couplée côté commande à la sortie du système d'étranglement (13) et en plus à une sortie (A6) d'une sixième valve (WV6) du type 4/2-nc,
- l'entrée (E1) de la première valve (WV1) du type 3/2-nc est reliée à l'entrée primaire (P1) et la sortie (A1) au côté de commande (S6) de la sixième valve (WV6), sachant que la première valve (WV1) peut être purgée par l'intermédiaire d'une sortie de purge (R1) et être activement commutée par l'intermédiaire de moyens de commutation (16) disposés côté commande,
- l'entrée (E3) de la troisième valve (WV3) du type 3/2-nc est couplée à l'entrée primaire (P1) et la sortie (A3) de la troisième valve (WV3) est couplée au côté de commande (S4) d'une quatrième valve (WV4) du type 3/2-nc, sachant que la troisième valve (WV3) peut être purgée par l'intermédiaire d'une sortie de purge (R3) et peut être commutée activement par l'intermédiaire de moyens de commutation (16) disposés côté commande,
- la sortie (A4) de la quatrième valve (WV4) est reliée à la sortie secondaire (P2) et en parallèle à l'entrée (E6) de la sixième valve (WV6), sachant que la quatrième valve (WV4) peut être purgée par l'intermédiaire d'une sortie de purge (R4), et
- la sixième valve (WV6) peut être commutée entre une position normale et une position fonctionnelle, sachant que dans la position normale, une première entrée (E6) est reliée à la sortie secondaire (P2) et en parallèle à la sortie (A4) de la quatrième valve (WV4), tandis que la première sortie de purge associée (R6) est ouverte en direction de l'atmosphère, et une deuxième entrée (E6*) est couplée au côté de commande (S5) de la cinquième valve (WV5), tandis qu'une deuxième sortie de purge (R6*) associée est ouverte en direction de l'atmosphère, et sachant que dans la position fonctionnelle, l'entrée (E6) est reliée à la sortie (A4) de la quatrième valve (WV4) et en parallèle à la sortie secondaire (P2) et la sortie (A6) associée est couplée au côté de commande (S5) de la cinquième valve (WV5).

2. Dispositif de mise sous pression progressive selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les sorties de purge (R4, R6) de la quatrième valve et de la sixième valve sont rassemblées en une sortie de purge centrale (18) commune ouverte en direction de l'atmosphère.

3. Dispositif de mise sous pression progressive selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**un silencieux (19) servant à atténuer le bruit de l'air comprimé entrant est associé à la sortie de purge centrale (18).

4. Dispositif de mise sous pression progressive selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la cinquième valve (WV5) est maintenue dans sa position nc par un ressort de réglage (14) et par exposition à de l'air comprimé au moyen du couplage à l'entrée primaire (P1), et **en ce que** la quatrième valve (WV4) est maintenue dans sa position nc par un ressort de réglage (14) et en plus par exposition à de l'air comprimé au moyen du couplage à la sortie (A5) de la cinquième valve et en parallèle à la sortie du système d'étranglement, et **en ce que** la sixième valve (WV6) est maintenue dans sa position normale par un ressort de réglage (14) et en plus par exposition à de l'air comprimé au moyen du couplage à la sortie secondaire (P2) et en parallèle à la sortie (A4) de la quatrième valve (WV4).

5. Dispositif de mise sous pression progressive selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système d'étranglement (13) présente une valve d'étranglement pouvant être ajustée et en plus un étranglement fixe sous la forme d'une dérivation d'étranglement contournant l'étranglement pouvant être ajusté.

6. Dispositif de mise sous pression progressive selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rapport entre la pression secondaire et la pression primaire, à partir duquel un processus de commutation de la valve principale (WV5) a lieu dans la position ouverte, se situe dans la plage allant de > 0 à 1, de manière usuelle dans la plage allant de 0,4 à 0,6.

7. Dispositif de mise sous pression progressive selon

l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un système de détection doté de plusieurs détecteurs (15) est prévu afin de constater les états de commutation du moment des valves, en particulier des valves pouvant être commutées de manière non active.

8. Dispositif de mise sous pression progressive selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les détecteurs sont réalisés comme des interrupteurs à lames souples.

9. Dispositif de mise sous pression progressive selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**est un prévu un système de commande (20) couplé aux moyens de commutation de la première valve et de la troisième valve (WV1, WV3).

10. Procédé servant à faire fonctionner un dispositif de mise sous pression progressive selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, lequel comprend les étapes suivantes consistant à :

- commuter la première valve (WV1) dans sa position ouverte ce qui permet de soumettre le côté de commande (S6) de la sixième valve (WV6) à l'action de l'air comprimé,
- déterminer l'état de commutation de la sixième valve (WV6) au moyen du capteur (15) associé,
- constater le résultat de demande relative à l'état de commutation, sachant que lors d'un processus de commutation constatée de la sixième valve (WV6), un processus de commutation de la troisième valve (WV3) ou le processus de mise sous pression progressive est initié,
- commuter la troisième valve (WV3) dans sa position ouverte après ou en variante avant la commutation de la première valve (WV1), sachant que la première valve (WV1) est lors de la commutation de la troisième valve (WV3) dans sa position nc, sachant que la commutation de la troisième valve (WV3) permet de soumettre le côté de commande (S4) de la quatrième valve (WV4) à l'action de l'air comprimé,
- déterminer l'état de commutation de la quatrième valve (WV4) au moyen du capteur (15) associé,
- constater le résultat de la demande relative à l'état de commutation, sachant que lors de la constatation du processus de commutation de la quatrième valve (WV4), un processus de commutation de la première valve (WV1) ou le processus de mise sous pression progressive est initié.

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**une transmission de signal correspondant au résultat de la demande relative à l'état de commutation par le capteur (15) concerné au système de commande (20) a lieu, et **en ce qu'**en fonction du résultat de l'état de commutation, une activation ou pas des moyens de commutation (16) associés à la première valve et à la troisième valve (WV1, WV3) a lieu.

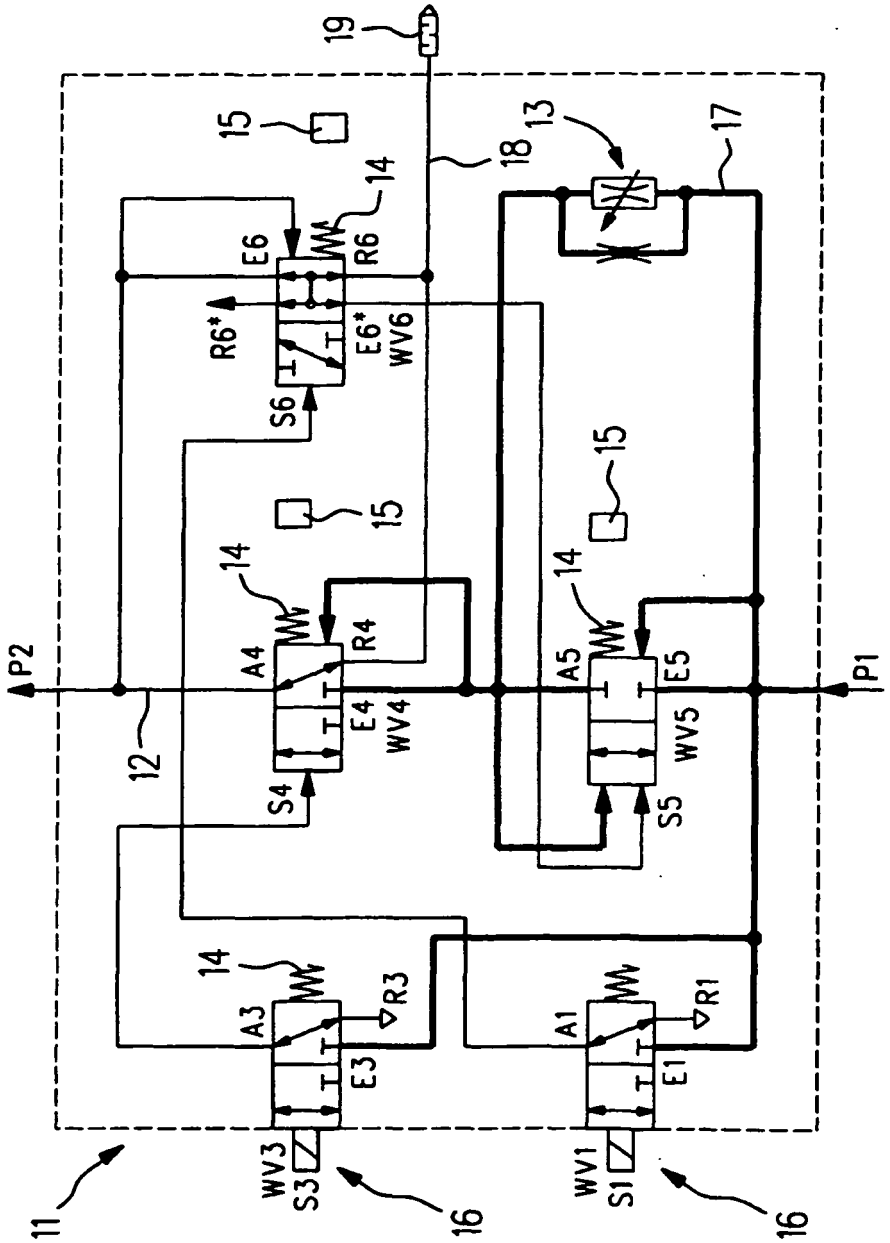

19
15
18
13
17
14
E6
R6
R6*
E6*
WV6
S6
15
15
14
14
P2
A4
R4
A5
E5
P1
12
E4
WV4
WV5
S4
S5
14
14
A3
R3
A1
R1
E3
E1
WV3
S3
WV1
S1
11
16
16

Fig. 1

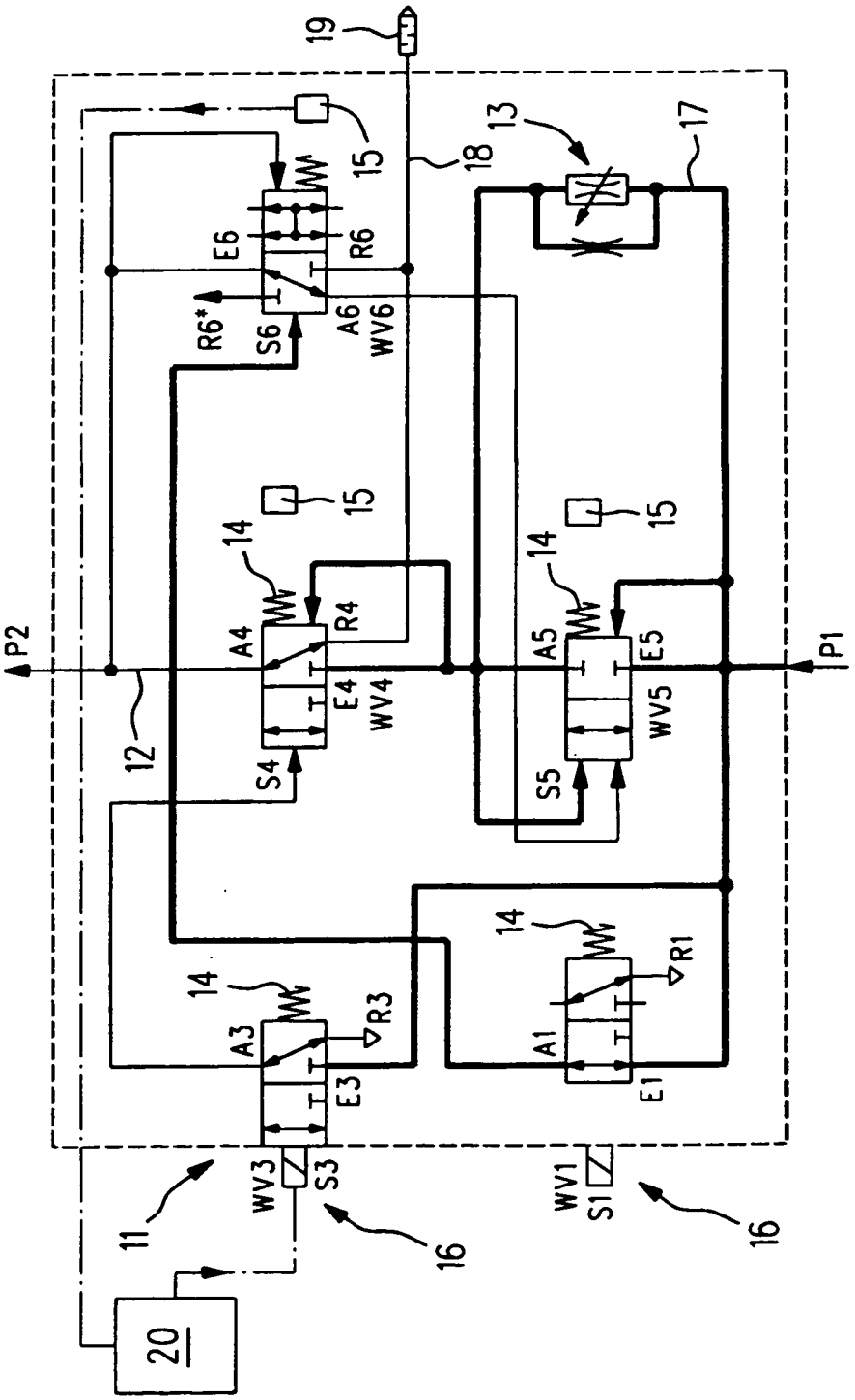

19
15
18
13
17
E6
R6
R6*
S6
A6
WV6
14
A4
R4
E4
WV4
S4
12
P2
A5
E5
P1
WV5
S5
A3
R3
E3
A1
R1
E1
WV3
S3
WV1
S1
11
16
20

Fig. 2

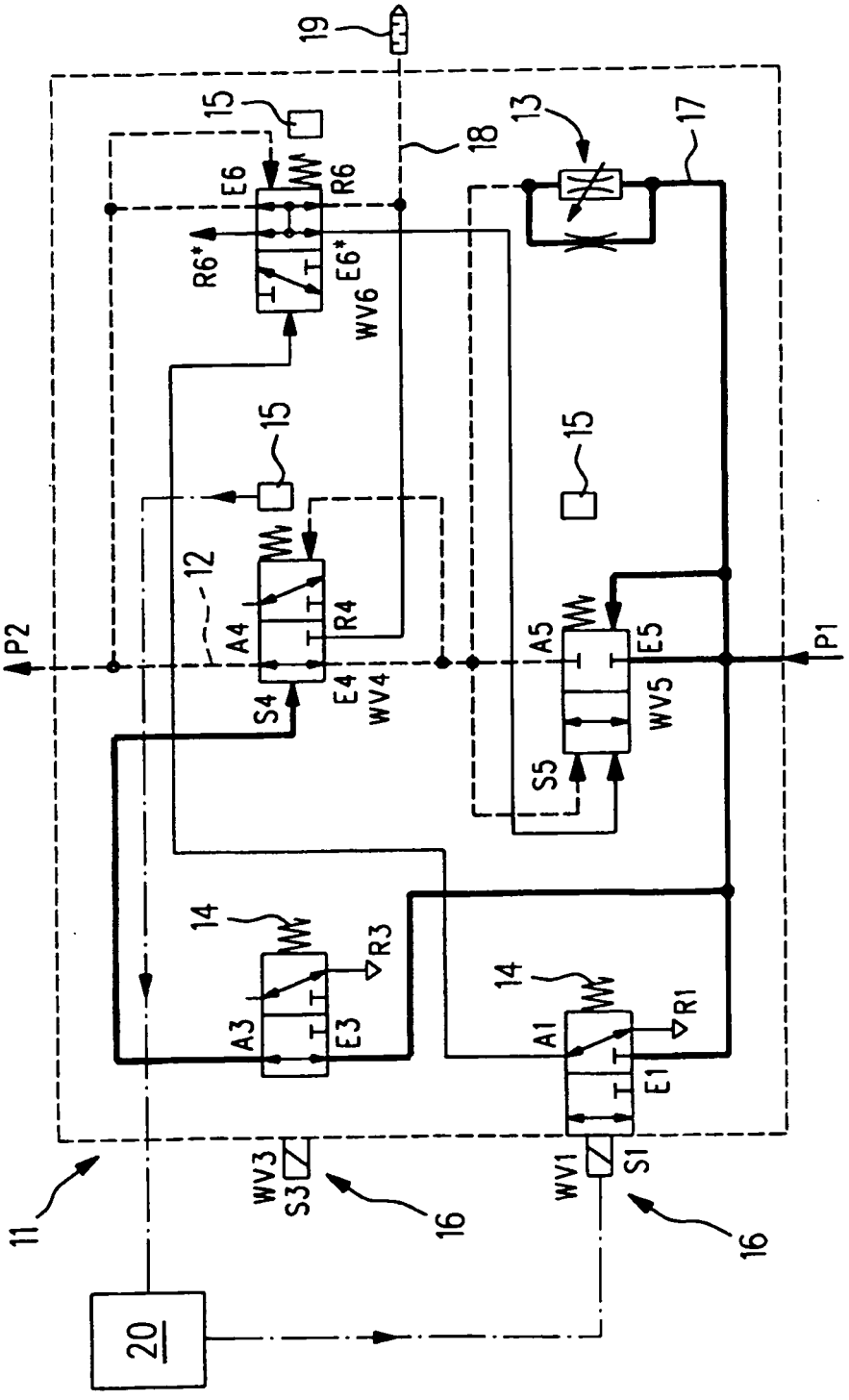

19
15
E6
R6
R6*
E6*
WV6
18
13
17
15
15
12
A4
R4
E4
WV4
S4
P2
A5
E5
P1
WV5
S5
14
R3
A3
E3
14
R1
A1
E1
WV3
S3
WV1
S1
11
16
16
20

Fig. 3

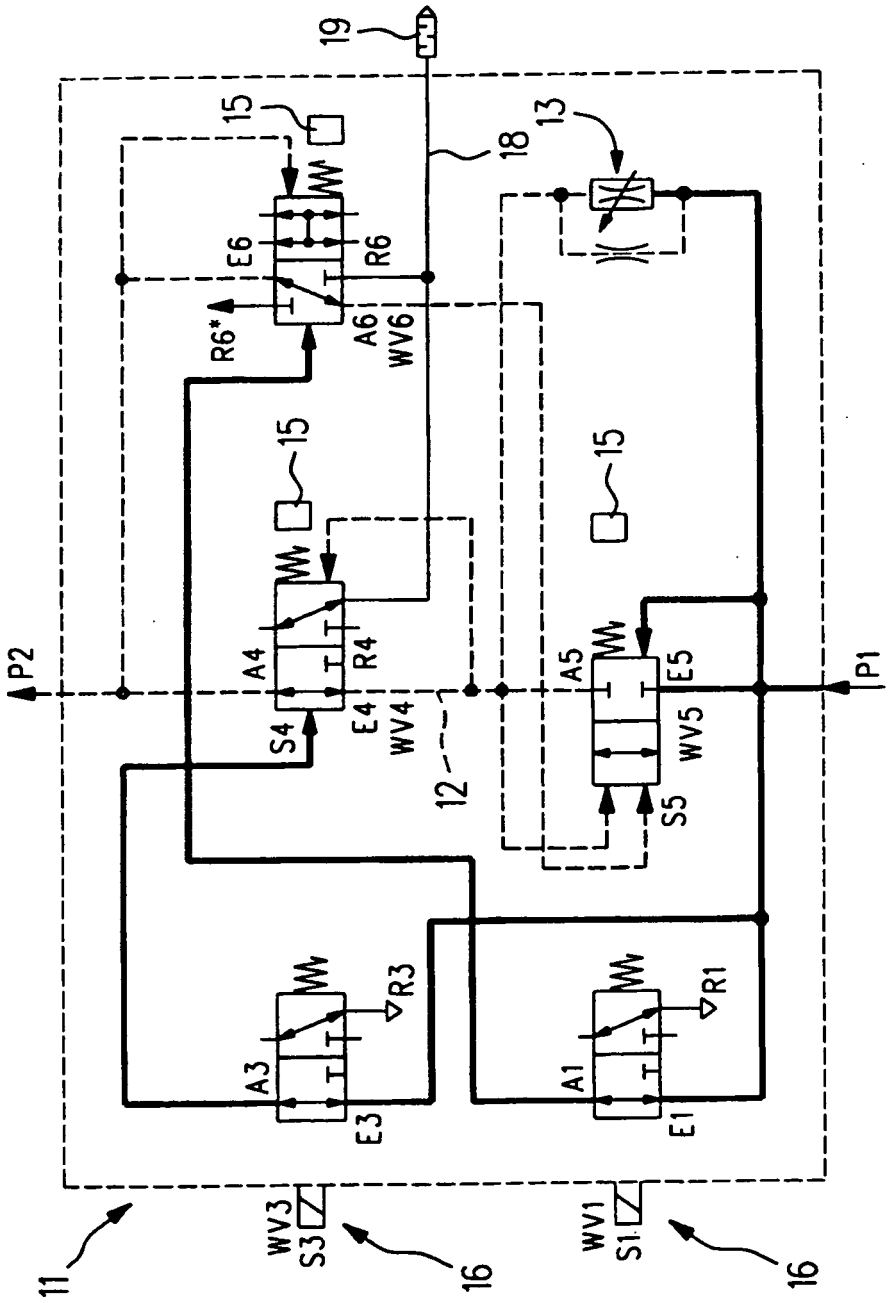

19
15
18
13
E6
R6
R6*
A6
WV6
15
15
A4
R4
S4
E4
WV4
12
A5
E5
WV5
S5
P2
P1
R3
A3
E3
R1
A1
E1
WV3
S3
WV1
S1
11
16
16

Fig. 4

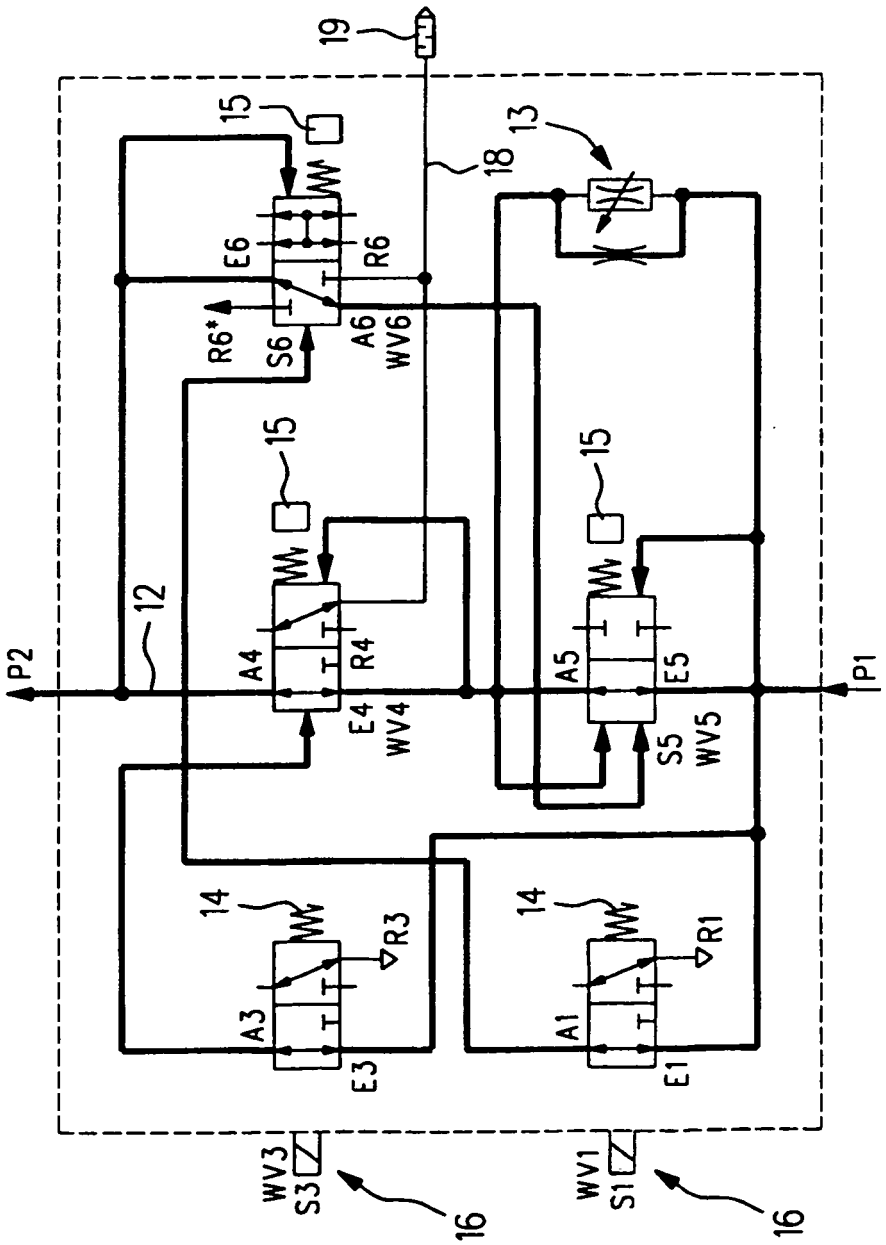

19
15
18
13
E6
R6
R6*
S6
A6
WV6
15
15
12
P2
A4
R4
A5
E5
P1
E4
WV4
S5
WV5
14
14
R3
R1
A3
A1
E3
E1
WV3
S3
WV1
S1
16
16

Fig. 5

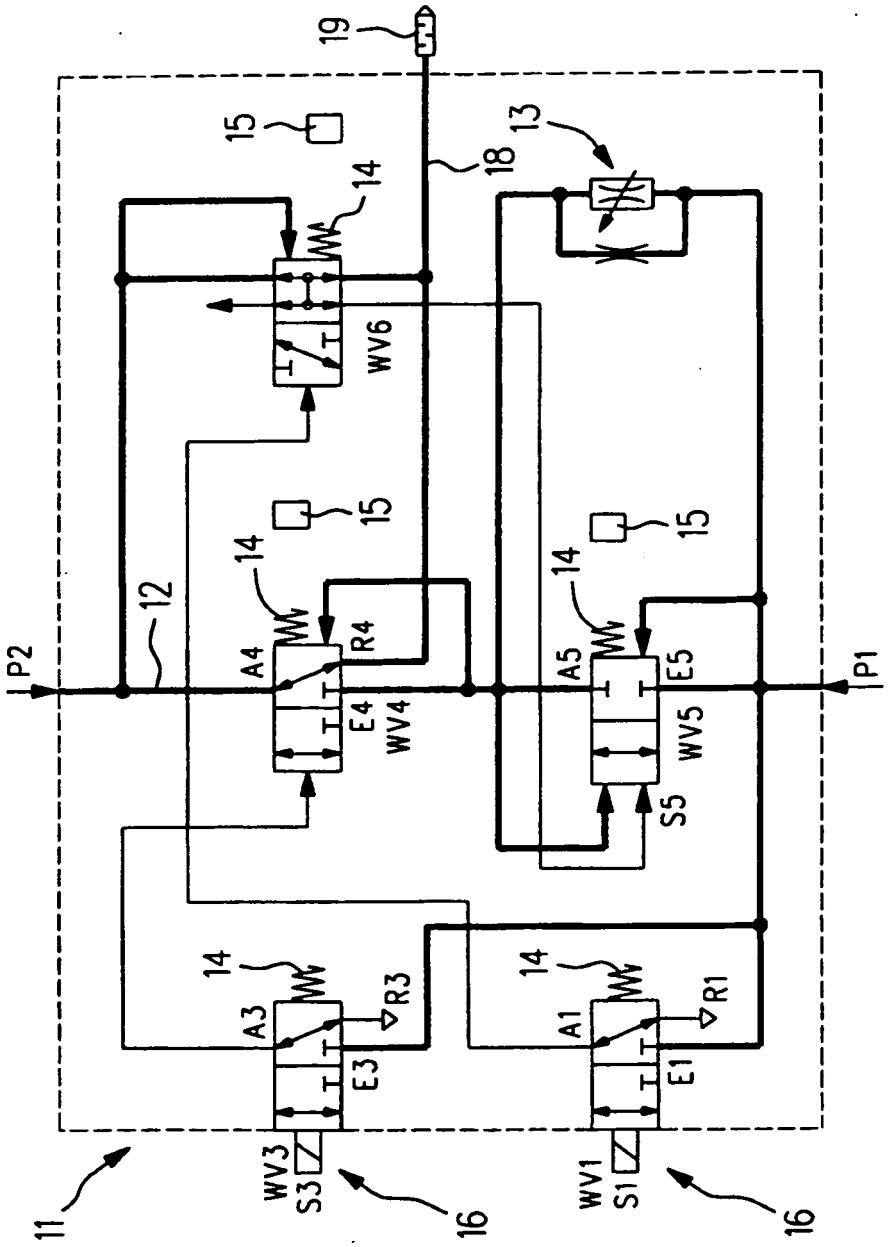

19
15
13
18
14
WV6
15
15
14
14
12
P2
A4
R4
A5
E5
P1
E4
WV4
WV5
S5
14
14
A3
R3
A1
R1
E3
E1
WV3
S3
WV1
S1
11
16
16

Fig. 6

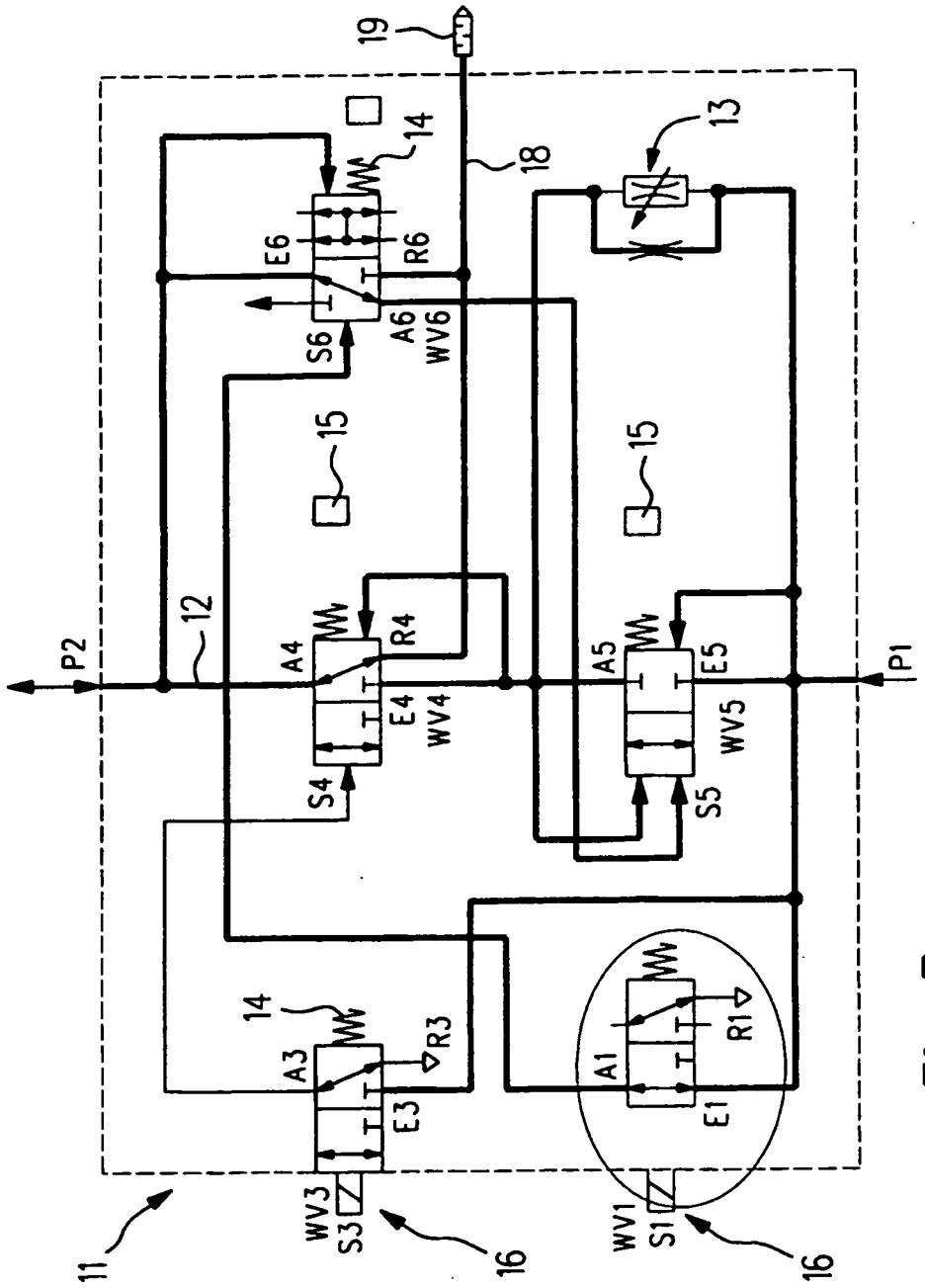

19
14
18
13
E6
R6
A6
WV6
S6
15
15
12
P2
A4
R4
A5
E5
P1
E4
WV4
WV5
S4
S5
14
A3
R3
A1
R1
E3
E1
WV3
S3
WV1
S1
11
16
16

Fig. 7

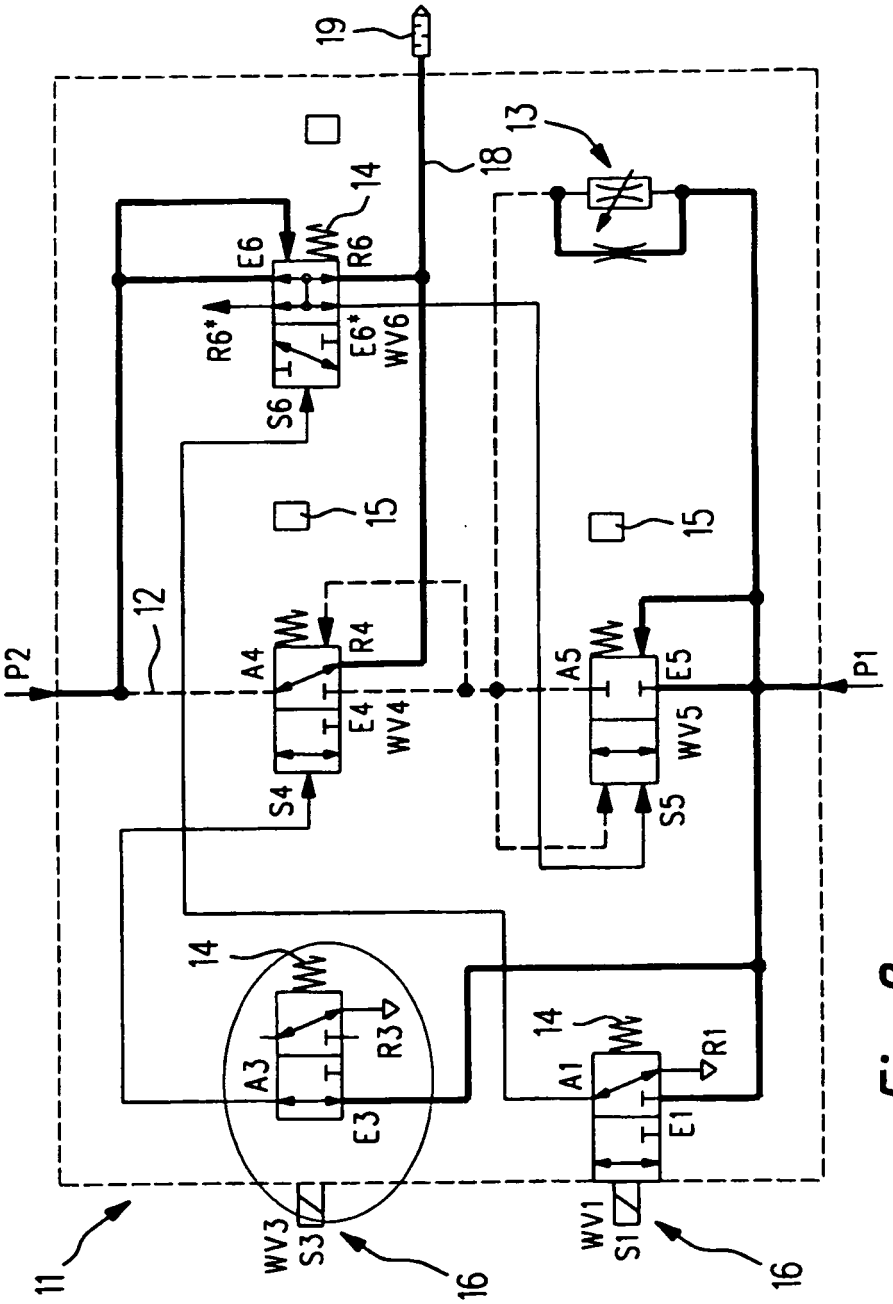

19
18
13
14
R6
E6
R6*
E6*
WV6
S6
15
12
P2
A4
R4
E4
WV4
S4
A5
E5
WV5
S5
P1
14
A3
R3
E3
14
A1
R1
E1
WV3
S3
WV1
S1
11
16
16

Fig. 8

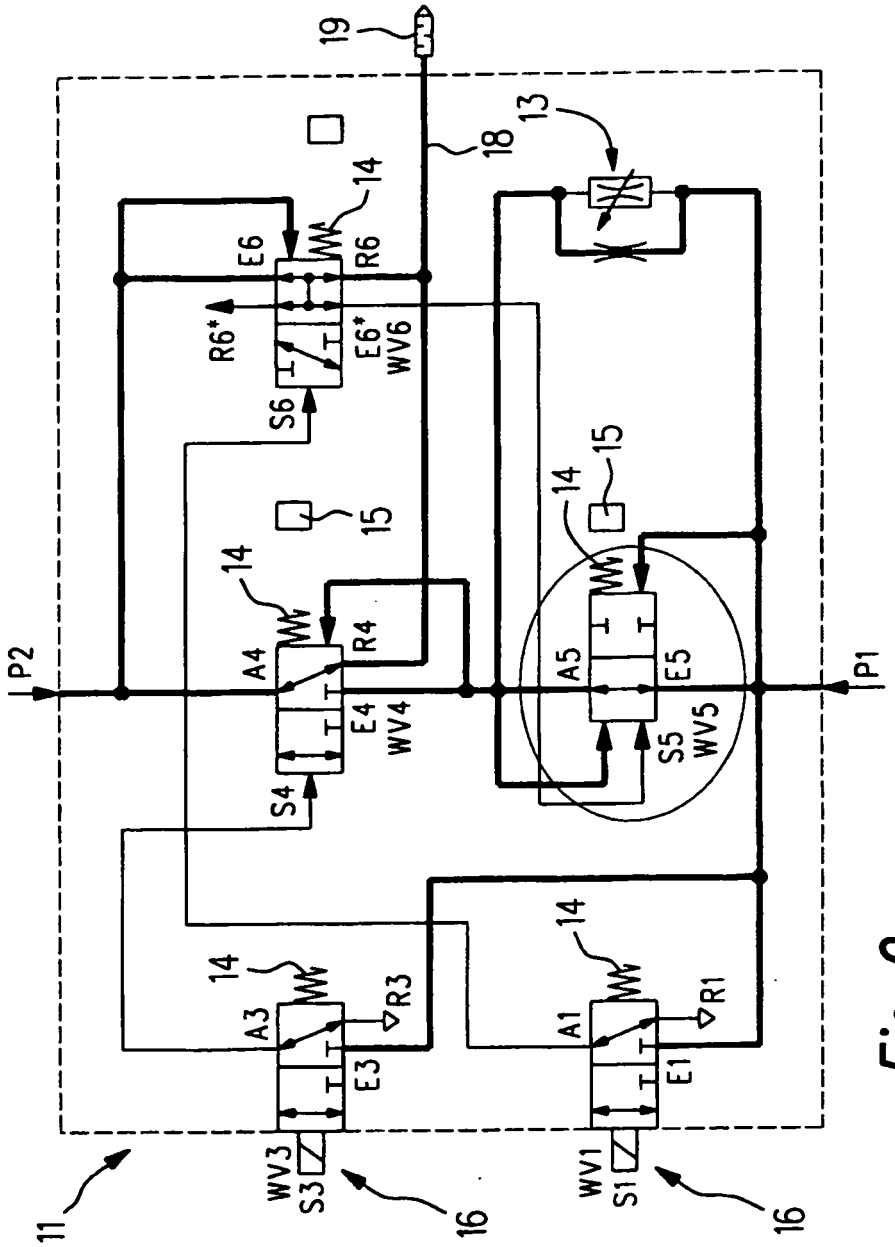

19
18
13
14
E6
R6
R6*
E6*
WV6
S6
15
14
15
14
A4
R4
P2
A5
E5
P1
E4
WV4
S4
S5
WV5
14
14
A3
R3
A1
R1
E3
E1
WV3
S3
WV1
S1
11
16
16

Fig. 9

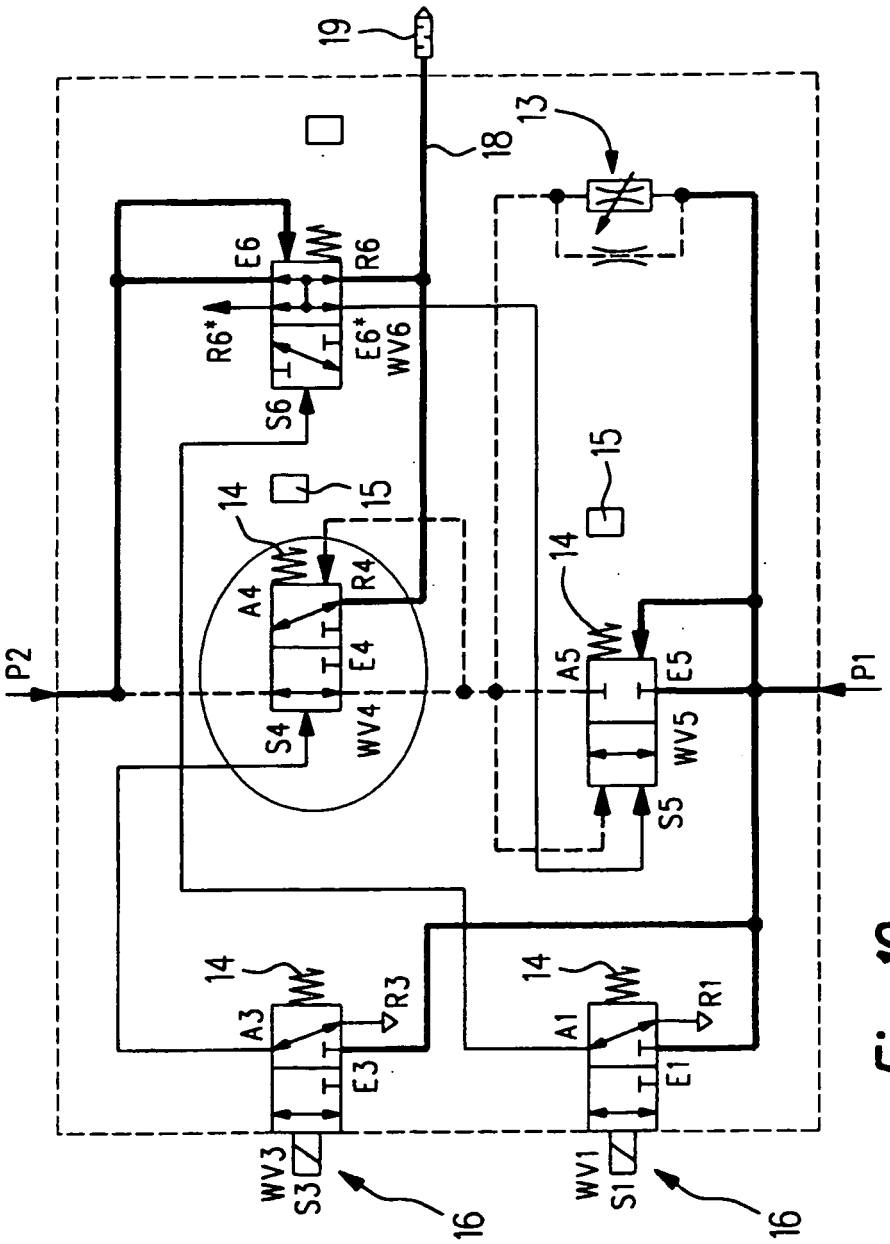

19
18
13
E6
R6
R6*
E6*
WV6
S6
15
14
A4
R4
E4
WV4
S4
P2
P1
A5
E5
WV5
S5
A3
R3
E3
WV3
S3
A1
R1
E1
WV1
S1
16

Fig. 10

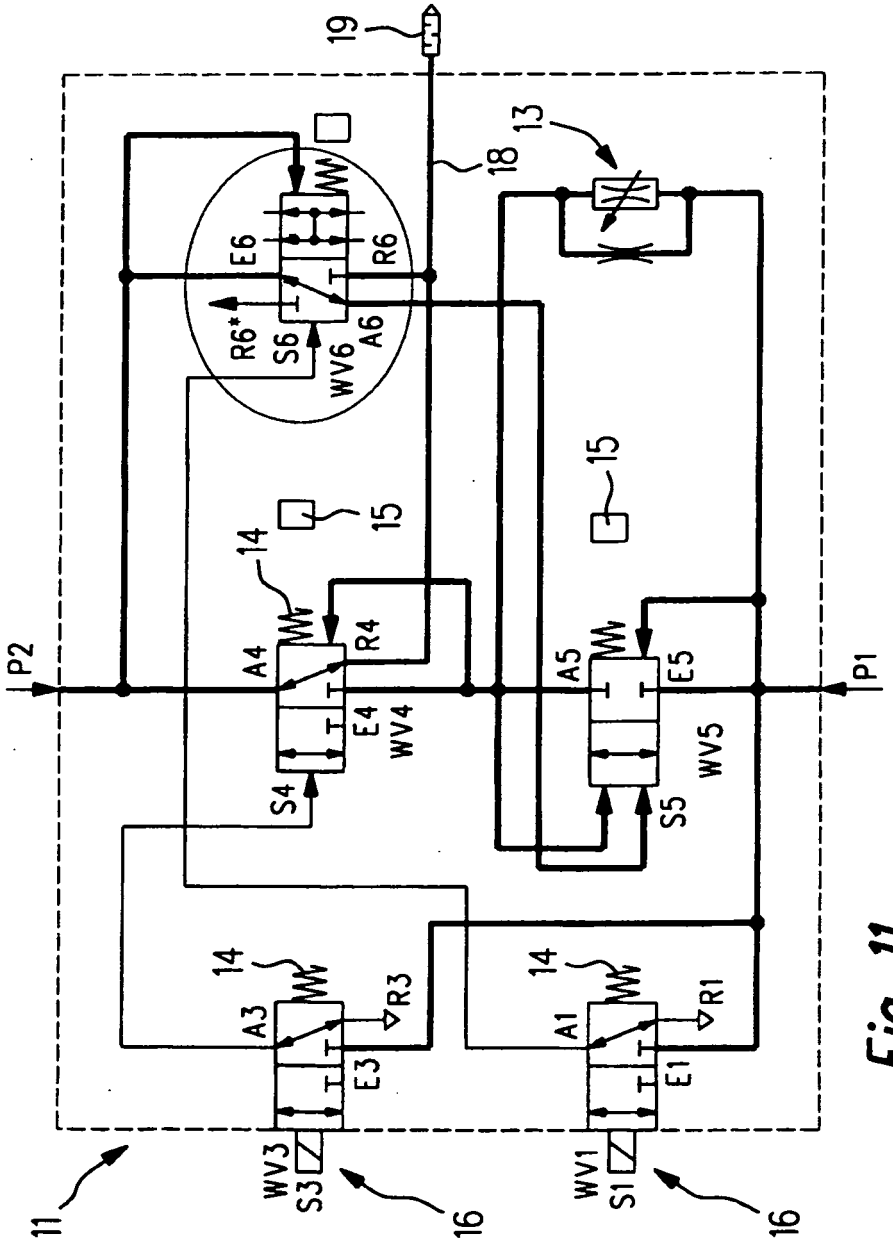

19
18
13
E6
R6
R6*
S6
WV6
A6
15
14
A4
R4
E4
WV4
S4
P2
P1
A5
E5
WV5
S5
A3
R3
E3
WV3
S3
A1
R1
E1
WV1
S1
11
16

Fig. 11

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0758063 B1 **[0003]**
- EP 1645755 A2 **[0005]**