

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **87101581.4**

51 Int. Cl.³: **F 15 B 11/02**
G 05 D 16/20

22 Anmeldetag: **05.02.87**

30 Priorität: **08.03.86 DE 3607690**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.09.87 Patentblatt 87/38

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

71 Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 50
D-7000 Stuttgart 1(DE)

72 Erfinder: **Stumpe, Werner**
Goerdelerstr. 10
D-7014 Kornwestheim(DE)

54 **Relaisventileinrichtung für pneumatische Drucksteuerung.**

57 Es wird eine Relaisventileinrichtung vorgeschlagen, bei der durch mehrere hinter einanderliegende Regelkolben-Einrichtungen (24, 25, 26 und 27) viele Teildrücke erstellbar sind. Mit jedem Teildruck läßt sich ein Referenzdruck nachgeschalteter Regelkolben-Einrichtungen bestimmen. Die Einzelregeldrücke können mit Hilfe einer Steuerelektronik (10) in beliebiger Summe zusammengeschaltet werden. Der eingeregelte Summendruck wirkt gleichmäßig auf einen Reliskolben (64) eines Relaisventils (67), des eine entsprechende Übersetzung von Druck und Menge an einen Verbraucher (69) weitergibt.

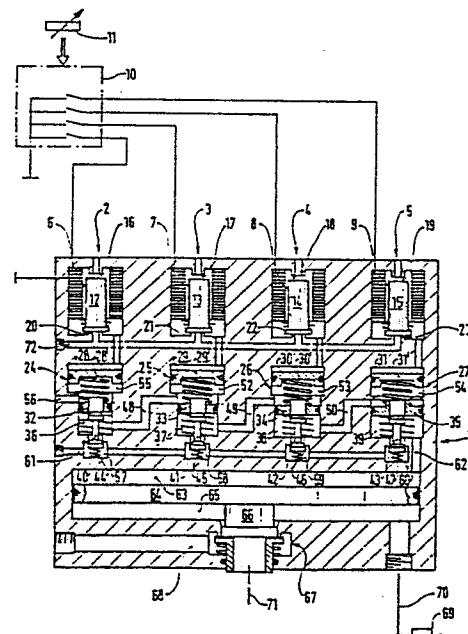


FIG. 1

R. 20467

24.2.1986 He/W1

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Relaisventileinrichtung für pneumatische Drucksteuerung

Stand der Technik

Die Erfindung bezieht sich auf eine Relaisventileinrichtung nach der Gattung des Hauptanspruchs. Eine derartige Relaisventileinrichtung ist bekannt (O+P "Ölhydraulik und Pneumatik" 29 (1985) Nr. 8).

Bei dieser bekannten Relaisventileinrichtung, die zur elektrischen Ferneinstellung von pneumatischen Drücken verwendet wird, kommt ein Relaiskolben zur Anwendung, der von vorgespannten Federn beeinflusst wird, die von magnetventilbetätigten Regelkolben gespannt werden. Auf diese Weise wirken die Teilflächen der Magnetventile nicht direkt sondern nur unter Zwischenschaltung von Federn auf den Relaiskolben ein. Eine ungleichförmige Belastung des Relaiskolben ist die Folge, die baldige Undichtheit und frühen Ausfall nach sich zieht.

Vorteile der Erfindung

Die eingangs genannte Relaisventileinrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegen-

...

über den Vorteil, daß am Relaiskolben durch die Reihenschaltung der Magnetventile eine Druck-Summe gebildet wird. Der Summen-Druck wirkt gleichmäßig auf den Relaiskolben ein. Der Kolben-Dichtring, der die Steuer- und die Arbeitsseite trennt, ist bei ausgesteuertem Druck von beiden Seiten her gleich belastet. Deshalb braucht der Dichtring nur wenig Vorspannung, und es entstehen nur geringe Reibverluste. Die Lebensdauer wird verlängert.

Desweiteren ist es von Vorteil, daß durch die Magnetventile Teildrücke einstellbar sind und daß sich mit dem Teildruck eines Magnetventils der Referenzdruck der nachgeschalteten Magnetventile bestimmen läßt. Die Einzel-Teildrücke können zu einer beliebigen Summe zusammengeschaltet werden; die Auswahl hierzu trifft die Steuerelektronik.

Der eingeregelter Summen-Druck wirkt gleichmäßig auf den Relaiskolben und das Relaisventil ein und dieses gibt eine entsprechende Übersetzung von Druck und Menge an die nachgeschalteten Verbraucher weiter.

Schließlich ist es auch von Vorteil, daß die Magnetventile digital angesteuert werden können mit der dann festliegenden rückwirkungsfreien Druckeinstellung, die aber auch zusätzlich auswertbar ist.

Vorteilhaft ist auch die große Kombinationsfähigkeit bezüglich Magnet-Zahl und Schaltstellungen. Der Luftkanal zur Steuerkammer des Relaiskolbens kann stromlos offen oder geschlossen sein.

...

Zeichnung

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen: Figur 1 eine erste Ausführung der Relaisventileinrichtung, Figur 2 eine gegenüber der ersten vereinfachte Ausführung und Figur 3 eine Abwandlung der Bauart nach der Figur 2.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Eine Relaisventileinrichtung ist als Ventilblock 1 dargestellt mit vier nebeneinander angeordneten 3/2-Wege-Magnetventilen 2, 3, 4 und 5, deren Magnete 6, 7, 8 und 9 über Leitungen an eine Steuerelektronik 10 angeschlossen sind, in die ein Sollwert über einen Geber 11, z.B. über ein Bremspedal eingebbar ist.

Die Magnete 6, 7, 8 und 9 haben Anker 12, 13, 14 und 15, die unmittelbar Träger von Schließgliedern für in der Zeichnung obenliegende Auslaßventile 16, 17, 18 und 19 und für entgegengesetzt dazu angeordnete, eine Vorratsleitung 72 überwachende Einlaßventile 20, 21, 22 und 23 sind.

Unter den Magneten 6, 7, 8 und 9 ist je eine Regelkolben-Einrichtung 24, 25, 26 und 27 vorgesehen, die aus je einem durch eine Regelfeder 28', 29', 30' und 31' belasteten Regelkolben 28, 29, 30 und 31 und einem gegen die Kraft einer Feder von einem Anschlag wegbeweglichen, ringförmigen Ventilsitz 32, 33, 34 und 35 besteht. Die Regelkolben-Einrichtungen 24, 25, 26 und 27 sind auf verschiedene Druckwerte eingestellt, und zwar die Einrichtung 24 auf 0,5 bar, die Einrichtung 25 auf 1 bar, die Einrichtung 26 auf 2 bar

...

und die Einrichtung 27 auf 4 bar. Unter dem Ventilsitz 32, 33, 34 und 35 befinden sich je eine Zwischenkammer 36, 37, 38 und 39 und ein Doppelventil 40, 41, 42 und 43, das mit einem Einlaß-Schließkörper an einem gehäusefesten Einlaß-Ventilsitz unter der Kraft einer Ventilsfeder 44, 45, 46 und 47 anliegt. Von den Auslaßkammern 36, 37 und 38 führt je ein Kanal 48, 49 und 50 zu einer Rückseitenkammer 52, 53 und 54, und eine entsprechend angeordnete Entlastungskammer 55 der ersten Regelkolben-Einrichtung 24 hat einen Außenluftanschluß 56. Die Federräume 57, 58, 59 und 60 der Ventilsfedern sind gemeinsam an eine Vorratsleitung 61 angeschlossen.

Von der Regelkolben-Einrichtung 27 führt ein Kanal 62 zu einer Steuerkammer 63 über einen Relaiskolben 64, dessen Unterseite eine Arbeitskammer 65 begrenzt und der einen Ansatz 66 hat, mit dem er ein Relaisventil 67 betätigen kann. Das Relaisventil 67 schließt in seiner gezeichneten Stellung eine Vorratsleitung 68 ab und verbindet eine an einen Verbraucher 69 angeschlossene Leitung 70 mit einer Entlastungsstelle 71.

Wirkungsweise

In stromlosen Zustand sperren alle vier 3/2-Wege-Magnetventile 2, 3, 4 und 5 die Vorratsleitung 72 ab. Wird der Sollwertgeber 11 betätigt, dann bestimmt die Steuerelektronik 10 entsprechend dem vorgegebenen Sollwert das bzw. die anzusteuern den 3/2-Wege-Magnetventile 2, 3, 4 und 5. Zum leichteren Verständnis sind in der Steuerelektronik 10 nur die Symbole einfacher Schalter dargestellt.

...

Wird das 3/2-Wege-Magnetventil 2 an Spannung gelegt, dann schaltet es um. Das Auslaßventil 16 wird geschlossen und das Einlaßventil 20 wird geöffnet. Dann kann Luft aus der Vorratsleitung 72 zur Regelkolben-Einrichtung 24 und dort zum Regelkolben 28 strömen. Letzterer geht auf Anschlag und spannt seine Regelfeder 28', die auf ihn zurückwirkt. Auf diese Weise bestimmen die am Regelkolben 28 wirksamen Feder- und Reibkräfte zusammen mit der Kolbenfläche den aus der Vorratsleitung 61 in die Zwischenkammer 36 eingesteuerten Druck. Die eingesteuerte Luft strömt über den Kanal 48 in die Rückseitenkammer 52 der zweiten Regelkolben-Einrichtung 25 und von dort über den Kanal 49 zur dritten Regelkolben-Einrichtung 26 und von dort über den Kanal 50 zur vierten Regelkolben-Einrichtung 27 und von dort über den Kanal 62 in die Steuerkammer 63 über dem Relaiskolben 64. Das Relaisventil 67 wird umgeschaltet, und unter Abschluß der Entlastungsstelle 71 gelangt Vorratsluft über die Arbeitskammer 65 zum Verbraucher 69. Dabei ist der Relaiskolben 64 lediglich von Drücken, nicht aber von Federkräften belastet und seine Dichtung ist geschont, weil im Umschaltstadium und im ausgesteuerten Zustand auf beiden Seiten des Relaiskolbens 64 gleiche Drücke herrschen.

Da die erste Regelkolben-Einrichtung 24 auf 0,5 bar eingestellt ist, wird dieser Druck also bis zum Relaiskolben 64 durchgesteuert. Wird durch den Sollwertgeber 11 ein Druck von 2,5 bar gefordert, so ergibt sich durch die binäre Aufschlüsselung in der Steuerelektronik 10, daß zusätzlich die Regelkolben-Einrichtung 26 zu schalten ist, die, wie oben ausgeführt, einen Arbeitsdruck von 2 bar liefert. Da auf der Rückseite des Regelkolbens 30 bereits 0,5 bar wirksam sind, müssen auf der Vorderseite 2,5 bar wirken, um diesen Regelkolben 30 im Gleichgewicht zu halten, und diese

...

2,5 bar gelangen dann in die Steuerkammer 63 des Relaiskolbens 64. Das Relaisventil 67 wird entsprechend verstellt.

Wenn der Sollwertgeber 5 bar vorgibt, so bleiben die Magnetventile 2 und 4 stromlos, und die Magnetventile 3 und 5 werden an Spannung gelegt. Die Regelkolben-Einrichtung 25 stellt aufgrund ihrer besonderen Bauart von Wirkfläche und Federkraft einen Druck von 1 bar ein, und die Regelkolben-Einrichtung 27 stellt 4 bar ein, so daß am Relaiskolben 64 dann 5 bar wirksam sind. Dabei hat die Einrichtung 25 als Referenz auf der Kolbenrückseite Atmosphärendruck, während bei der Einrichtung 27 die von der Einrichtung 25 eingesteuerten 1 bar als Referenzgröße anstehen. Durch entsprechende Kombination läßt sich der Druck am Relaiskolben 64 - in einzelnen Stufen von 0,5 bar - von 0 bis 7,5 bar (d.h. in 15 Stufen) einstellen.

Die Anzahl der Druckstufen ermittelt sich aus

$$D = S^M - 1 \quad (1)$$

mit D = Anzahl der Druckstufen

S = Anzahl der Schaltstellungen der Ventile

M = Anzahl der Magnetventile.

Im Beispiel sind 2 Schaltstellungen (Ein/Aus) durch die binäre Betrachtung vorhanden

$$D = 2^4 - 1 = 15 \text{ Druckstufen.}$$

Der Schaltstufensprung Δp für eine gleichmäßige Stufung zwischen $p = 0$ und $P = p_{\max}$ ermittelt sich aus:

$$\Delta p = \frac{p_{\max}}{S^M - 1} \quad (2)$$

...

Für das Beispiel mit $p_{\max} = 7,5 \text{ bar}$; $S = 2$ und $M = 4$

$$\Delta p = \frac{7,5}{2^4 - 1} = 0,5 \text{ bar.}$$

Dies ist auch gleichzeitig der Regelbetrag eines Ventils.
Die anderen Ventile sind entsprechend zu gestalten um
alle Werte zwischen 0,5 und 7,5 mit $\Delta p = 0,5$ darzustellen.

Die Figur 2 zeigt eine ähnliche Ventileinrichtung mit einem Ventilblock 75, bei dem die 3/2-Wege-Magnetventile und die Regelfedern durch entsprechende Regelmagnete 76, 77, 78 und 79 und Regelkolben 28", 29", 30" und 31" ersetzt sind. Die übrige Bauart des Ventilblocks 75 gleicht weitgehend der nach der Figur 1; es sind deshalb für entsprechende Teile die gleichen Bezugswahlen verwendet.

Die Magnete 76, 77, 78 und 79 erzeugen durch einen entsprechend eingeregelter Strom eine definierte Kraft auf die Kolben 28", 29", 30", 31". Diese steuern die entsprechenden Drücke aus dem Vorrat 61 zur Steuerkammer 63. Dort wirkt der Druck auf den Relaiskolben 64. Vom Relaisventil 67 wird ein entsprechender Luftdruck zum Verbraucher 69 eingeregelt.

Die Anwendung der Regelmagnete 76, 77, 78 und 79 hat den Vorteil, daß sich durch entsprechende Ansteuerung derselben viele Zwischenstufen erzeugen lassen. Während die Magnete 12, 13, 14 und 15 der Bauart nach der Figur 1 nur ein- oder ausgeschaltet werden, ist es mit diesen Regelmagneten möglich, eine Zwischenstufe zwischen Null, halber Kraft und voller Kraft zu schalten, so daß sich folgendes Bild ergibt:

...

in der Schaltstellung 1 = Magnet stromlos,
 in der Schaltstellung 2 = Magnet erzeugt halbe Kraft,
 in der Schaltstellung 3 = Magnet erzeugt volle Kraft.

Nach der vorgenannten Gleichung (1) ergeben sich mit diesen drei Schaltstellungen für jeden der vier Magnete für den Ventilblock 75 insgesamt

$$D = 3^4 - 1 = 80 \text{ Druckstufen.}$$

Will man z.B. einen Druck von 8 bar in der Steuerkammer 63 erreichen, so läßt sich mit der Kombination von vier Magneten und 3 Schaltstellungen in einem Ventilblock eine Stufung nach Gleichung (2) von:

$$\Delta p = \frac{8 \text{ bar}}{80 \text{ Stufen}} = 0,1 \text{ bar/Stufe}$$

erreichen.

Um mit dem Beispiel nach Figur 2 die Auswirkungen zu verdeutlichen, werden anschließend die einstellbaren Einzeldrücke aufgelistet. Magnetkräfte und Kolbenflächen sind dann entsprechend zu gestalten:

Magnet	Druck bei Schaltstellung (bar)		
	(1)	(2)	(3)
79	0	0,1	0,2
78	0	0,3	0,6
77	0	0,9	1,8
76	0	2,7	5,4

...

Zum Einstellen des Druckes 4,7 bar ermittelt die Steuer-
elektronik die zugehörigen Schaltstellungen und Magnete:

	Magnet (Stellung)			Druck
	76	(2)	≅	2,7 bar
+	77	(3)	≅	1,8 bar
+	78	(1)	≅	0 bar
+	79	(3)	≅	0,2 bar
insgesamt				4,7 bar

Durch gezieltes Schalten der Magneten läßt sich jeder Druck genau (theoretisch auf 0,1 bar) ohne Rückmeldung über Drucksensoren einstellen.

Ein weiterer Vorteil läßt sich aus dem bisher Dargestellten ableiten: Da mit einem Regelmagneten beliebig viele Zwischenstufen möglich sind, läßt sich für einen geschlossenen Regelkreis mit Druckrückmeldung die Regelung verfeinern.

Wird z.B. ein Relaisventil von zwei Regelmagneten beaufschlagt, wobei der erste durch entsprechende Gestaltung die Drücke 0; 3; 6 bar schaltet, übernimmt der zweite Regelmagnet die stufenlose Feinregelung zwischen 0 und 3 bar. Durch die reduzierten Regelbereiche der Einzelmagnete ist eine verbesserte Regelgenauigkeit zu erreichen.

Die in den Beispielen nach Figur 1 und 2 betrachteten Ventilblöcke 1 und 75 hatten stromlos geschlossene Ventile. Für einige Anwendungsfälle ist es aber von Vorteil, stromlos eine offene Ventilstellung zu haben, um die Durchsteuerung zu gewährleisten. Ein Beispiel dafür ist in der Figur 3 schematisch dargestellt.

...

In einem Ventilblock 80 sind Magnete 81, 82, 83 und 84 durch Federn 85, 86, 87 und 88 entgegen der Magnetregelkraft vorgespannt. Die Ventile tragen hier die Bezugsszahlen 90, 91, 92 und 93. Bei der Arbeit der Ventileinrichtung wird zuerst die Regelkolben-Einrichtung mit dem kleinsten Regeldruck schließen. Wo diese Regelkolben-Einrichtung in der Reihenschaltung (Figur 1 bis 3) sitzt, ist - zumindest theoretisch - belanglos. In der Figur 3 ist es z.B. das letzte Ventil 93 vor dem Relaisventil 67. Die nächste Regelkolben-Einrichtung, die schließt, wird mit dem eingestellten Referenzdruck die Rückseite der ersten (geschlossenen) Regelkolben-Einrichtung beaufschlagen. Um das Δp an dieser ersten Einrichtung zu halten, wird sich der Druck auf der Vorderseite entsprechend erhöhen. Die Summe aller einstellbaren Referenzdrücke bestimmt der am Relaiskolben 64 wirksame maximal mögliche Druck.

R. 20467

24.2.1986 He/W1

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Ansprüche

1. Relaisventileinrichtung für pneumatische Drucksteuerung mit Vorsteuermagnetventilen, die einzeln oder in Gruppen gemeinsam über eine Steuerelektronik ansteuerbar sind und die eine Kraft für einen Relaiskolben bereitstellen, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetventile (2, 3, 4, 5; 2', 3', 4', 5') mit Regelkolben (28, 29, 30, 31; 28', 29', 30', 31') ausgerüstet sind, die in Reihe geschaltet sind und die von Drucksummen oder Druckdifferenzen in Offenstellung, in Schließstellung und in Zwischenstellungen schaltbar sind, und daß der Relaiskolben (64) des Relaisventils (67) druckabhängig beweglich ist.

2. Relaisventileinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Betätigen des Relaiskolben (64) eines oder mehrere Magnetventile (2, 3, 4, 5; 2', 3', 4', 5') eingesetzt sind, die auf verschiedene Druckstufen eingestellt sind, deren Drucksumme den Steuerdruck für den Relaiskolben (64) ergibt.

3. Relaisventileinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Magnetventil-Regelkolben (28, 29, 30, 31; 28", 29", 30", 31") federbelastet ist.

4. Relaisventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Regelkolben (28, 29, 30, 31) getrennt vom Anker der Magnete der Magnetventile (2, 3, 4 und 5) angeordnet ist.

...

5. Relaisventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Regelkolben (28", 29", 30", 31") unmittelbar an den Anker des Magneten (76, 77, 78, 79) angeformt ist und daß die Magnete als Regelmagnete mit den Stellungen Null, halbe Kraft und volle Kraft ausgebildet sind.

6. Relaisventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventile (40, 41, 42, 43) als stromlos offene Ventile ausgebildet sind.

7. Relaisventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventile (90, 91, 92, 93) als stromlos geschlossene Ventile ausgebildet sind.

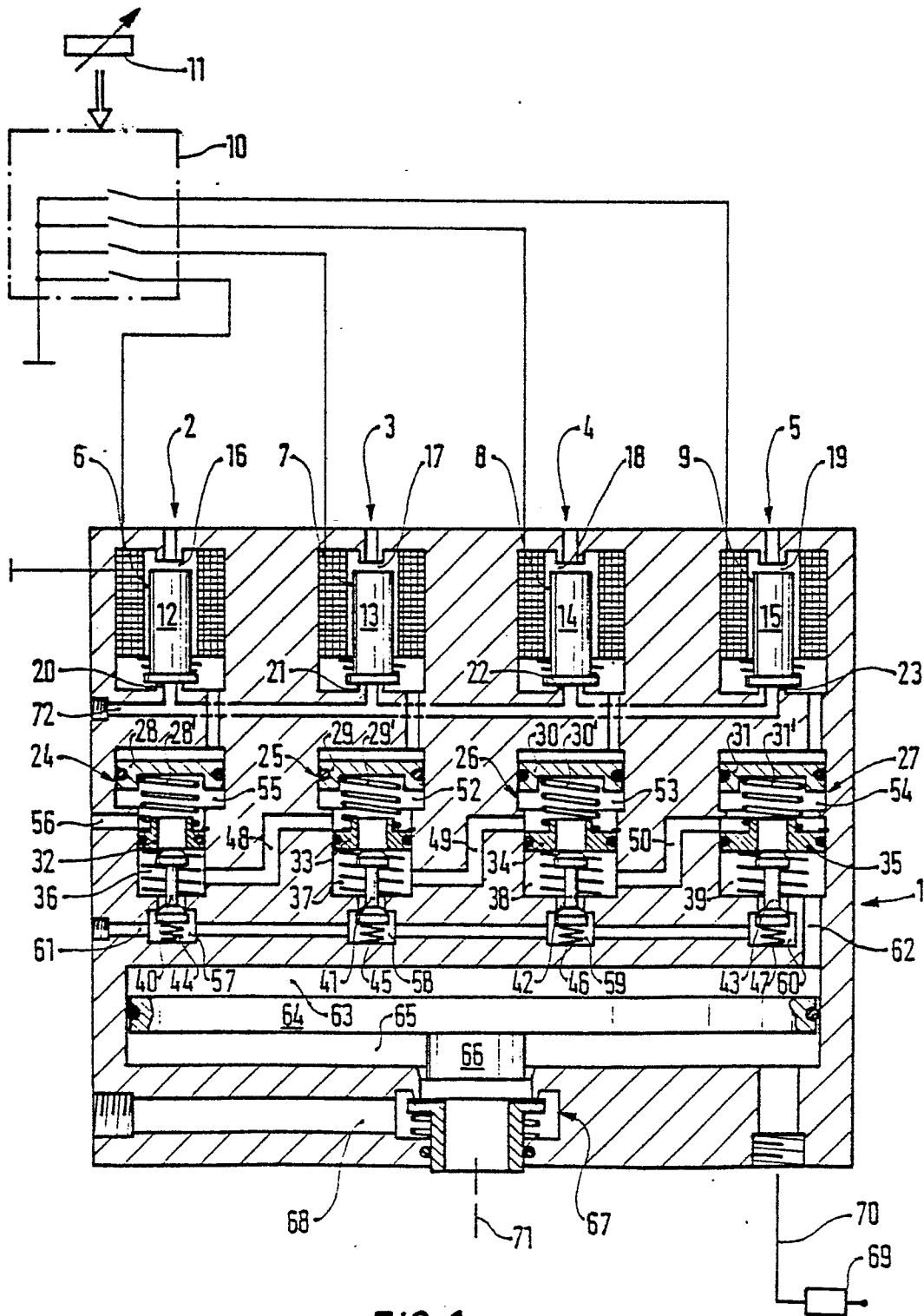


FIG. 1

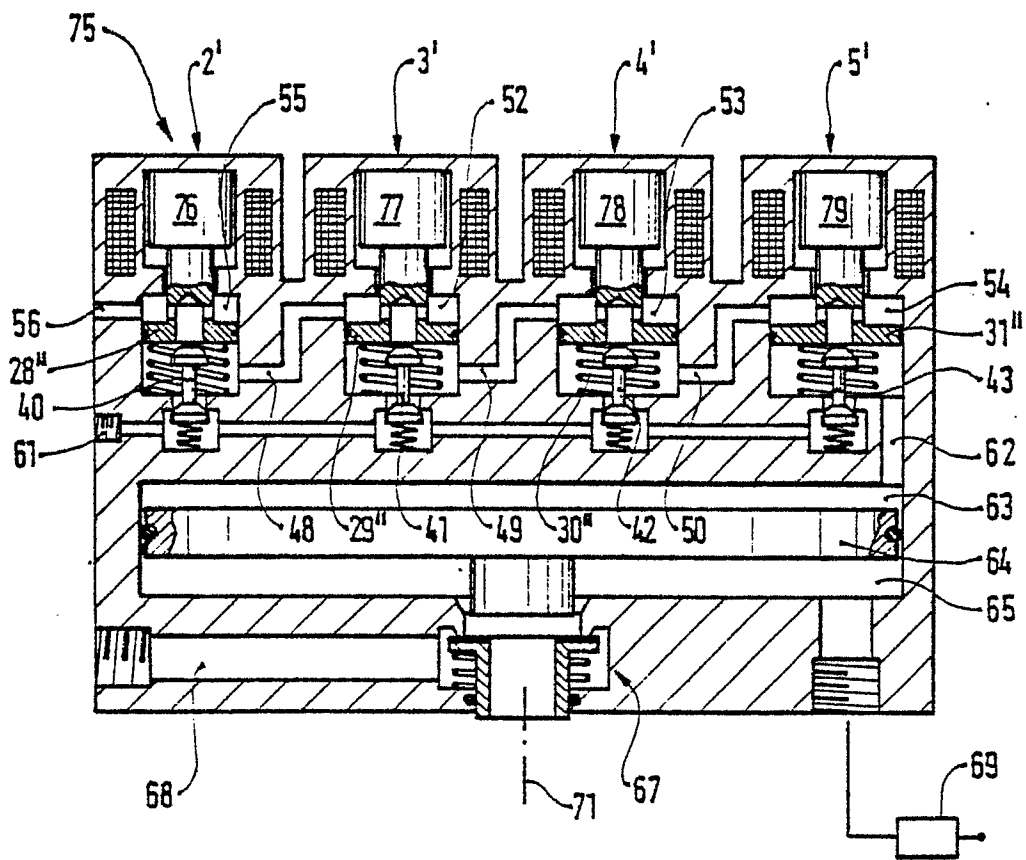


FIG. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	US-A-3 643 682 (SPERRY) * Insgesamt *	1-4	F 15 B 11/02 G 05 D 16/20
X	--- US-A-4 020 862 (IDRA) * Spalte 2, Zeile 14 - Spalte 3, Zeile 20 *	1-4	
A	--- EP-A-0 110 024 (WABCO)		
A	--- DE-A-2 302 446 (LIEBHERR)		
A	--- DE-A-1 916 585 (FREITAL)		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			F 15 B G 05 D B 29 C
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 09-06-1987	Prüfer KNOPS J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			