



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: F 25 B 41/06
F 15 B 13/044
F 16 K 17/02



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

11

637 203

21 Gesuchsnummer: 11064/78

22 Anmeldungsdatum: 26.10.1978

30 Priorität(en): 03.11.1977 DE 2749250

24 Patent erteilt: 15.07.1983

45 Patentschrift
veröffentlicht: 15.07.1983

73 Inhaber:
Danfoss A/S Fabrik automatischer Schalt- und
Regelapparate, Nordborg (DK)

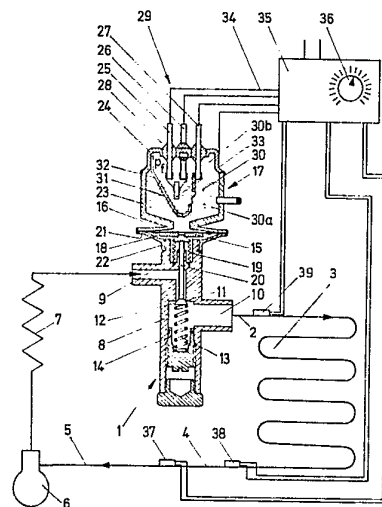
72 Erfinder:
Leif Nielsen, Nordborg (DK)
Jakob Steen Jakobsen, Sonderborg (DK)

74 Vertreter:
Ernst Bosshard, Zürich

54 Ventil für Kältemittelverdampfer.

57 Das Verschlussglied (12) des Ventils nimmt in Abhängigkeit von dem auf eine Druckfläche wirkenden, temperaturabhängigen Dampfdruck eines Mediums und von einer in Gegenrichtung wirkenden Federkraft einen Gleichgewichtszustand ein. Ein geschlossener Druckbehälter (17) enthält das Medium (30) und eine von einer Steuereinrichtung (35) mit Strom versorgte Heizvorrichtung (31). Ein Temperaturfühler (33) im Innern des Druckbehälters meldet der Steuereinrichtung die Temperatur des Mediums. Der Druckbehälter (17) ist über eine metallische Wärmeleitbrücke mit dem Ventilgehäuse (1) verbunden.

Durch Fühler (37-39) lässt sich in einfacher Weise der Druck im Druckbehälter (17) beeinflussen und damit das Ventil steuern. Das Ventil gestattet eine freiere Anpassung an verschiedene Betriebsbedingungen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Ventil für Kältemittelverdampfer, mit mindestens einer einen Temperaturfühler enthaltenden Steuereinrichtung, mit einem Druckbehälter, mit einem den Druckbehälter abschliessenden, eine verlagerbare Druckfläche aufweisenden Verschlussglied im Innern des Druckbehälters, das Verschlussglied auf der einen Seite vom Dampfdruck eines Mediums und auf der andern Seite als Gegenkraft mindestens von einer Feder beaufschlagt ist, wobei im Betrieb Kraft und Gegenkraft einen Gleichgewichtszustand einzuhalten bestimmt sind, dadurch gekennzeichnet, dass sich im Innern des Druckbehälters (17) zur Festlegung des Dampfdruckes eine Heiz- oder Kühlvorrichtung (31, 56) befindet, die mit der Steuereinrichtung (35) elektrisch verbunden ist, ferner im Innern des Druckbehälters (17) ein die Temperatur des Mediums messender Temperaturfühler (33, 56) vorhanden ist, Mittel zur Wärme- oder Kälteabfuhr vom Druckbehälter (17) vorhanden sind, und die Steuereinrichtung Mittel (R5, R8) aufweist zur Veränderung des Dampfdruckes im Druckbehälter in Abhängigkeit vorbestimmter Werte.

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckbehälter (17) aussen Kühlrippen aufweist oder über eine metallische Wärmeleitbrücke mit dem Ventilgehäuse (8, 44, 59, 105) verbunden ist.

3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizvorrichtung durch einen Wendel (31) aus Widerstandsdraht gebildet ist.

4. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizvorrichtung durch einen PTC-Widerstandskörper gebildet ist.

5. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizvorrichtung durch einen Leistungstransistor (56) gebildet ist.

6. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlvorrichtung durch ein Peltier-Element gebildet ist.

7. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Medium (30) eine Flüssigkeits- und eine Dampfphase (30a, 30b) aufweist, die Flüssigkeitsphase sich im Druckbehälter (17) befindet und die Heiz- oder Kühlvorrichtung (31, 56) und der Rückmelde-Temperaturfühler (33, 56) vollständig in der Flüssigkeitsphase angeordnet sind.

8. Ventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckbehälter (17) zu erheblich mehr als der Hälfte, insbesondere zu angenähert 70%, mit der Flüssigkeitsphase (30a) gefüllt ist.

9. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückmelde-Temperaturfühler (33) ein NTC-Widerstand ist.

10. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückmelde-Temperaturfühler (33) ein Thermoelement ist.

11. Ventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückmelde-Temperaturfühler durch die Basis-Emitter-Strecke des Leistungstransistors (56) gebildet ist.

12. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckbehälter (17) eine mehrpolige Durchführung (29) aufweist, wobei der Temperaturfühler (33) mit dem ersten Pol und dem zweiten Pol und der Heizwiderstand (31) mit dem dritten Pol und dem vierten Pol oder der Masse des Druckbehälters verbunden ist.

13. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die mehrpolige Durchführung (29) Steckstifte (25, 26, 27) aufweist, die – durch einen Isolierstoff (28), wie Glas, isoliert – einen schalenförmigen Deckel (24) des Druckbehälters (17) durchsetzen.

14. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass an die Steuereinrichtung (35) ein äusserer Temperaturfühler (37) angeschlossen ist, der dazu bestimmt ist, die Temperatur an einem Verdampferaustritt (4) zu messen und

ein sich mit ändernder Temperatur kontinuierlich änderndes elektrisches Signal abgibt.

15. Ventil nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass an die Steuereinrichtung (35) ein zweiter äusserer Temperaturfühler (39) angeschlossen ist, der dazu bestimmt ist, die Temperatur an einem Verdampfereintritt (2) zu messen.

16. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckbehälter (17) mit einem Ober- teil (44) des Ventilgehäuses eine Einheit bildet und lösbar mit einem auswechselbaren Ventilsitz-Einsatz (43) versehenen Ventilgehäuse-Unterteil (41) verbunden ist.

17. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckbehälter (17) unterhalb der Membran (16) ein Schraubgewinde (22) zur Verbindung mit dem Ventilgehäuse (8) aufweist.

18. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (35) aufweist

a) eine erste Brückenschaltung (B1) mit einem äusseren Temperaturfühler-Widerstand (R5) und einem Potentiometer (R4) sowie einem ersten von deren Diagonalspannung über einen Einstellwiderstand (B2) gespeisten Verstärker (A1),

b) eine zweite Brückenschaltung (B2) mit einem Rückmelde-Temperaturfühler-Widerstand (R16) und einem Justier-Potentiometer (17) sowie einem zweiten, von deren Diagonalspannung gespeisten Verstärker (A2),

c) einer zwei einstellbare Widerstände (R24, R25) aufweisenden Summationsschaltung (S), in der die Ausgangssignale des ersten und zweiten Verstärkers (A1, A2) summiert werden und

d) einen dritten, hiervon gespeisten Verstärker (A3) mit nachgeschaltetem Stromregler (Tr1, Tr2), der mit der Heiz- oder Kühlvorrichtung (R28) in Reihe liegt.

19. Verwendung des Ventiles nach einem der Ansprüche 1 bis 18 als Pilotventil.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Ventil für Kältemittelverdampfer, mit mindestens einer einen Temperaturfühler enthaltenden Steuereinrichtung, mit einem Druckbehälter, mit einem den Druckbehälter abschliessenden, eine verlagerbare Druckfläche aufweisenden Verschlussglied im Innern des Druckbehälters, das Verschlussglied auf der einen Seite vom Dampfdruck eines Mediums und auf der andern Seite als Gegenkraft mindestens von einer Feder beaufschlagt ist, wobei im Betrieb Kraft und Gegenkraft einen Gleichgewichtszustand einzuhalten bestimmt sind.

Es ist ein thermostatisches Expansionsventil bekannt, das einen teilweise mit einer dampfbildenden Flüssigkeit gefüllten Fühler aufweist. Dieser ist am Ende der Überhitzungsstrecke am Verdampferaustritt angebracht. Infolgedessen stellt sich im Fühler ein der gemessenen Temperatur entsprechender Dampfdruck ein. Dieser Dampfdruck wirkt auch in dem Druckbehälter, der an dem am Verdampfereintritt angeordneten Ventil angebracht ist, und damit auf die erste Druckfläche, die als Membran oder Balgboden ausgebildet sein kann. Auf der andern Seite wirkt eine einstellbare Feder und der Verdampferdruck.

Bei einem solchen Expansionsventil wird die Grösse der statischen Überhitzung, also diejenige Temperaturdifferenz, bei der das Ventil zu öffnen beginnt, mit Hilfe der Feder eingestellt. Eine Anpassung der Überhitzung kann aber nur an der Einbaustelle vorgenommen werden. Will man eine andere Öffnungskennlinie erhalten, also insbesondere eine Kennlinie mit anderer Neigung, so muss die Einspritzdüse mit dem Ventilsitz geändert werden, was entweder einen Austausch des gesamten Ventils oder wenigstens des Düseneinsatzes zur Folge hat.

Bekannt ist ferner ein thermostatischer Niveaugler für Kälteanlagen, bei dem ein in den Sammler eines überfluteten

Verdampfers eingesetzter Fühler einen Heizkörper aufweist, der eine dampfbildende Flüssigkeit beheizt. Wird der Fühler von flüssigem Kältemittel benetzt, wird in erheblichem Masse Wärme abgeführt. Infolgedessen stellen sich in Abhängigkeit von der Füllstandshöhe zwei unterschiedliche Dampfdrücke im Fühler und damit im Druckbehälter des thermostatischen Ventils ein. Hiermit ist jedoch nur eine Zweipunktregelung möglich.

Des weiteren ist ein thermohydraulisches Ventil für Heizungsanlagen o.dgl. bekannt, bei dem ein mit einem Ausdehnungsfluid gefüllter Ausdehnungsraum einseitig durch einen mit dem Ventilschaft verbundenen Kolben abgeschlossen ist. In das Fluid tauchen Heiz- und/oder Kühlelemente, die zum Beeinflussen der Temperatur und damit des Volumens des Ausdehnungsfluids über eine Steuereinheit von einem Raumthermostaten mit Energie versorgt werden. Die Temperatur des Ausdehnungsfluids wird durch einen Temperaturfühler gemessen und an die Steuereinheit zurückgemeldet. Die Rückstellung des Ventils erfolgt mittels einer Feder.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ventil der eingangs beschriebenen Art anzugeben, das eine wesentlich freiere Anpassung an verschiedene Betriebsbedingungen gestattet.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 genannten Merkmale gelöst.

Während bei den bekannten, kontinuierlich verstellbaren thermostatischen Ventilen mit Flüssigkeits-Dampf-Füllung ein fester Funktionszusammenhang zwischen dem Dampfdruck und der gemessenen Temperatur besteht, ist es mit der Steuereinheit als Zwischenglied möglich, einen für den jeweiligen Anwendungszweck besser geeigneten Funktionszusammenhang zwischen der gemessenen Temperatur und dem Dampfdruck im Druckbehälter zu schaffen. Dies ergibt vielfältige Möglichkeiten, die Ventilkennlinie zu ändern, sei es ihre Neigung oder die statische Überhitzung. Es ist auch möglich, das Ventil in Abhängigkeit von mehr als der einen Verdampfer-Kenngrösse zu steuern, wodurch sich völlig neuartige Regelmöglichkeiten ergeben, insbesondere solche, die zu einer optimalen Füllung des Verdampfers führen. Weitere Möglichkeiten liegen in der Änderung des Einflusses des Rückmelde-Temperaturfühlers im Druckbehälter, der Änderung der Breite des Proportionalbereichs des Regelkreises und dergleichen. Wesentlich ist hierbei, dass all diese Eingriffe fernbedient werden können und dass der Abstand zwischen dem Ventil und dem zugehörigen Fühler, der bisher durch die zulässige Länge des Kapillarrohres begrenzt war, völlig beliebig gewählt werden kann.

Grosse Vorteile werden in der Herstellung dadurch erzielt, dass ein einziger Ventiltyp in Verbindung mit einer Steuereinheit sich für eine viel grössere Anzahl von Verwendungszwecken als früher eignet, z.B. dadurch, dass ein und dieselbe Düsengrösse für einen grösseren Leistungsbereich oder ein und dasselbe Ventil für mehrere verschiedene Kältemittel verwendet werden kann. Auch lässt sich ein und derselbe Druckbehälter für verschiedene Ventile anwenden. Im Ganzen genommen erreicht man höhere Produktionszahlen und einen kleineren Lagerbestand.

Zweckmässigerweise liegt die Temperatur des Mediums im Arbeitsbereich 25° bis 45°C, vorzugsweise 30 ° bis 40 °C, höher als die des Kältemittels. Insbesondere sollte sie auch etwas über der Umgebungstemperatur liegen, damit sich durch die Wärmeabfuhr eine grosse Reaktionsgeschwindigkeit ergibt. Trotzdem ist die zugeführte Wärmemenge nicht grösser als unbedingt notwendig. Vorzugsweise wird der Druckbehälter über eine metallische Wärmeleitbrücke mit dem Ventilgehäuse verbunden oder der Druckbehälter wird aussen mit Kühlrippen versehen.

Die Heizvorrichtung kann durch eine Spirale aus Widerstandsdraht gebildet sein. Dieser Draht hat eine verhältnismässig grosse Oberfläche zur Wärmeabgabe. Statt dessen oder zusätzlich kann ein PTC-Widerstandskörper verwendet

werden. Dieser hat den Vorteil, dass bei zu hoher Leistungszufuhr eine automatische Strombegrenzung erfolgt. Des weiteren kann auch ein Leistungstransistor verwendet werden, der das Medium durch seine Verlustleistung beheizt. Weitere Möglichkeiten bestehen darin, um den Druckbehälter eine Hochfrequenzspule anzuordnen und das Medium induktiv zu beheizen. Bei einem elektrisch leitenden Medium kann man als Heizvorrichtung auch zwei Elektroden verwenden, die mit einem veränderbaren Wechselstrom belastet werden.

In ähnlicher Weise kann statt der Heizvorrichtung auch eine Kühlvorrichtung vorgesehen werden, z.B. ein Peltier-Element, dessen kalte Lötstelle im Druckbehälter angeordnet ist. Es muss dann dafür gesorgt werden, dass die Temperatur des Mediums im Druckbehälter tiefer liegt als die Temperatur des Kältemittels oder der Umgebungsluft. Auch in diesem Zusammenhang empfiehlt sich eine Wärmeleitbrücke zum Ventil und/oder Ausserrippen am Druckbehälter.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist dafür gesorgt, dass das Medium eine Flüssigkeits- und eine Dampfphase aufweist, auch die Flüssigkeitsphase sich im Druckbehälter befindet und die Heiz-Kühlvorrichtung und der Rückmelde-Temperaturfühler vollständig in der Flüssigkeitsphase angeordnet sind. Die Temperatur an der Flüssigkeitsoberfläche ist dann diejenige Temperatur, die für den Dampfdruck verantwortlich ist, gleichgültig wie gross der Dampfdruck ist. Durch Anordnung der Teile in der Flüssigkeit ist ein besserer Wärmeübergang gewährleistet.

Ferner kann man den Druckbehälter zu erheblich mehr als der Hälfte, insbesondere zu annähernd 70%, mit der Flüssigkeitsphase füllen. Auf diese Weise ist es möglich, das Ventil in beliebiger Position anzuordnen, wobei sich Heiz- oder Kühlvorrichtung und Temperaturfühler, wenn sie etwa in der Mitte angeordnet sind, immer innerhalb der Flüssigkeitsphase befinden. Günstig ist beispielsweise ein Druckbehälter mit einem Rauminhalt von ca. 20–25 cm³. Er kann insbesondere annähernd Kugelform haben.

Als Rückmelde-Temperaturfühler empfiehlt sich ein NTC-Widerstand oder ein Thermoelement. Hierdurch wird die Steuereinheit gegengekoppelt, so dass Störeinflüsse vom Kältemittel oder von der Umgebungsluft rasch berücksichtigt werden.

Mit besonderem Vorteil wird die Basis-Emitter-Strecke des Leistungstransistors als Rückmelde-Temperaturfühler verwendet, weil dann Heizvorrichtung und Temperaturfühler in einem Element kombiniert werden. Dies ergibt eine einfachere Montage, eine noch sicherere Temperaturmessung und ausserdem auch eine Sicherung gegen eine zu grosse Leistungszufuhr.

Bei einem Ausführungsbeispiel weist der Druckbehälter eine mehrpolige Durchführung auf, wobei der Temperaturfühler mit dem ersten Pol und dem zweiten Pol und der Heizwiderstand mit dem dritten Pol und dem vierten Pol oder der Masse des Druckbehälters verbunden ist. Insbesondere kann die mehrpolige Durchführung Steckstifte aufweisen, die – durch einen Isolierstoff, wie Glas, isoliert – einen schalenförmigen Deckel des Druckbehälters durchsetzen. Dies ergibt eine einfache Montage, da alle Bauteile an diesen Steckstift befestigt werden können und dann der Deckel mit der Wand des Druckbehälters verschweisst werden kann.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist an die Steuereinheit ein äusserer Temperaturfühler angeschlossen, der am Verdampferaustritt anliegt und ein sich mit ändernder Temperatur kontinuierlich änderndes elektrisches Signal abgibt. Dieses Signal kann in der Steuereinheit unmittelbar elektrisch verarbeitet werden.

Des weiteren kann die Steuereinheit einen Einstellwiderstand aufweisen, mit dem der Anfangspunkt der Öffnungskennlinie des Ventils verschiebbar ist. Des weiteren kann sie einen Einstellwiderstand aufweisen, mit dem die Neigung der Öff-

nungskennlinie des Ventils veränderbar ist. Dies ergibt bereits zahlreiche Anpassungsmöglichkeiten.

Mit besonderem Vorteil kann an die Steuereinheit ein zweiter äusserer Temperaturfühler angeschlossen werden, der am Verdampfeintritt anliegt. Wenn in der Steuereinheit die Temperaturdifferenz zwischen diesen beiden Fühlern ausgewertet wird, braucht auf der zweiten Druckfläche kein Verdampfungsdruck zu wirken; auf eine entsprechende Leitung, die diesen Verdampferdruck zuführt, kann daher verzichtet werden.

Des Weiteren kann der erste äussere Temperaturfühler am Ende und ein weiterer äusserer Temperaturfühler, der ein Gegenkopplungssignal abgibt, am Anfang der Überhitzungsstrecke am Verdampferaustritt angeordnet sein. Auf diese Weise wird etwaige Flüssigkeit am Verdampferaustritt früher festgestellt. Durch Gegenkopplung können etwaige Pendelungen gedämpft werden.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist dafür gesorgt, dass der Druckbehälter mit einem Oberteil des Ventilgehäuses eine Einheit bildet und lösbar mit einem einen auswechselbaren Ventilsitz-Einsatz versehenen Ventilgehäuse-Unterteil verbunden ist. Auf diese Weise lässt sich ein und derselbe Druckbehälter mit verschiedenen Ventilsitz- oder Düsenansätzen oder mit verschiedenen Ventilgehäuse-Unterteilen kombinieren.

Es besteht auch die Möglichkeit, dass der Druckbehälter unterhalb der Membran ein Schraubgewinde zur Verbindung mit dem Ventilgehäuse aufweist. Auch auf diese Weise lässt sich ein und derselbe Druckbehälter in Verbindung mit verschiedenen Ventilen anwenden. All dies ergibt erhebliche Rationalisierungsvorteile.

Eine Verwendung des Ventiles besteht als Pilotventil für ein Hauptventil. Hierbei kann es auf dem Deckel des Hauptventils montiert sein, wobei Pilotkanäle im Gehäuse und im Deckel des Hauptventils vorgesehen sind.

Die Steuereinrichtung kann einen beliebigen Aufbau haben. Besonders empfehlenswert ist aber eine Steuereinrichtung mit den folgenden Bestandteilen:

a) eine erste Brückenschaltung mit einem äusseren Temperaturfühler-Widerstand und einem Potentiometer sowie einem ersten von deren Diagonalspannung über einen Einstellwiderstand gespeisten Verstärker,

b) eine zweite Brückenschaltung mit einem Rückmelde-Temperaturfühler-Widerstand und einem Justier-Potentiometer sowie einem zweiten, von deren Diagonalspannung gespeisten Verstärker,

c) einer zwei einstellbare Widerstände aufweisenden Summationsschaltung, in der die Ausgangssignale des ersten und zweiten Verstärkers summiert werden, und

d) einen dritten, hiervon gespeisten Verstärker mit nachgeschaltetem Stromregler, der mit der Heiz- oder Kühlvorrichtung in Reihe liegt.

Mit den genannten Einstellmöglichkeiten lässt sich eine Anpassung an die wichtigsten Regelprobleme erzielen. Ein Eingriff an weiteren Stellen, zur Berücksichtigung weiterer Gesichtspunkte, ist ebenfalls möglich.

Die Erfindung wird nachstehend anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein thermostatisches Expansionsventil gemäss der Erfindung mit Steuereinheit und zugehörigen Fühlern für einen Zwangsdurchlaufverdampfer,

Fig. 2 eine abgewandelte Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ventils,

Fig. 3 ein erfindungsgemässes Ventil als Pilotventil für ein servogesteuertes Hauptventil eines Zwangsdurchlaufverdampfers,

Fig. 4 ein erfindungsgemässes Ventil als Pilotventil für ein servogesteuertes Hauptventil eines überfluteten Verdampfers,

Fig. 5 Ventilkennlinie für den Betrieb eines Zwangsdurchlaufverdampfers und

Fig. 6 eine Ausführungsform einer Schaltung für die Steuereinheit.

Ein thermostatisches Expansionsventil 1 ist am Eintritt 2 eines Verdampfers 3 einer Kälteanlage angeordnet, dessen Austritt durch eine Überhitzungsstrecke 4 gebildet ist, die über eine Saugleitung 5 mit einem Verdichter 6 verbunden ist. Dieser führt über einen Kondensator 7 wieder zum Expansionsventil.

Dieses Ventil weist ein Gehäuse 8 mit einem Eintrittsraum 9 und einem Austrittsraum 10 auf, zwischen denen sich ein auch als Düse bezeichneter Ventilsitz 11 befindet. Das zugehörige Verschlussstück 12 steht einerseits unter dem Einfluss einer Feder 13, die mit Hilfe eines Schraubstutzens 14 justierbar ist und stützt sich andererseits unter Zwischenschaltung einer Druckplatte 15 an einer Membran 16 ab, die vom Dampfdruck p_f in einem Druckbehälter 17 belastet ist. Der Raum 18 unterhalb der Membran ist mit einem Balgelement 19 versehen, das den Ventilschaft 20 derart abschliesst, dass der Kondensatordruck keinen Einfluss auf die Ventilfunktion hat.

Der Druckbehälter 17 ist einstückig mit der Membran 16 und einem Flansch 21 mit Schraubgewinde 22 ausgebildet. Er kann daher vom Ventilgehäuse 8 abgeschraubt und auf ein anderes Ventilgehäuse aufgeschraubt werden. Der Druckbehälter 17 weist eine Kapsel 23 auf, die oben durch eine Schale 24 abgeschlossen ist. Diese wird von drei Stiften 25, 26 und 27 durchsetzt, welche mittels einer Glasisolierung 28 in Durchbrüchen der Schale gehalten sind, so dass sich eine elektrische Durchführung 29 ergibt. Im Druckbehälter 17 befindet sich ein zweiphasiges Medium 30 mit einer Flüssigkeitsphase 30a und einer Dampfphase 30b. In der Flüssigkeitsphase ist ein Heizwiderstand 31 in der Form eines Heizwendels untergebracht, der von Drahtträgern 32 gehalten wird. Ausserdem befindet sich in der Flüssigkeitsphase ein NTC-Widerstand 33, der als Rückmelde-Temperaturfühler dient. Dieser Fühler ist mit den Stiften 25 und 26 verbunden, der Heizwiderstand 31 mit dem Stift 27 und der Masse des Druckbehälters 17.

Masse und Stifte sind über vier Leitungen 34 mit einer Steuereinheit 35 verbunden, die einen Drehknopf 36 zur Sollwerteneinstellung aufweist. Des Weiteren sind an die Steuereinheit drei äussere Temperaturfühler angeschlossen. Ein Fühler 37 liegt am Ende, ein weiterer Fühler 38 am Anfang der Überhitzungsstrecke 4. Noch ein anderer Fühler 39 ist am Eintritt des Verdampfers vorgesehen. Hiermit lässt sich folgende Betriebsweise erreichen: Die Differenz der von den Fühlern 37 und 39 gemessenen Temperaturen ist ein genaues Mass für die Überhitzungstemperatur. Mit Hilfe der Steuereinheit 35 wird die Temperatur der Füllung 30 durch Beheizen des Heizwiderstandes 31 und damit der Dampfdruck p_f auf einem solchen Wert gehalten, dass das Expansionsventil 1 eine Öffnungsstellung einnimmt, bei der die gewünschte Überhitzungstemperatur annähernd konstant gehalten wird. Mit Hilfe des Fühlers 38 wird erreicht, dass bei einem plötzlichen Kältebedarf und einem entsprechenden Öffnen des Ventils 1 der Schliessvorgang bereits beginnt, wenn dieser Fühler 38 abgekühlt wird, weil am Beginn der Überhitzungsstrecke 4 vom Kältemitteldampf noch flüssige Kältemitteltröpfchen mitgeführt werden. Zur Anpassung an unterschiedliche Ventilgrössen, unterschiedliche Einbauorte und unterschiedliche Kältemittel können verschiedene Einstellungen an der Steuereinheit 35 vorgenommen werden, auf die in Verbindung mit den Fig. 5 und 6 hingewiesen wird. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass es unnötig ist, die Membran 16 von unten durch den Verdampferdruck zu belasten, weil der Fühler 39 einen ähnlichen Einfluss nimmt.

In Fig. 2 ist eine abgewandelte Ausführungsform dargestellt, bei der für entsprechende Teile dieselben Bezugszeichen wie in Fig. 1 verwendet werden. Das thermostatische Expansionsventil 40 weist ein Gehäuse-Unterteil 41 auf, in welches ein den Ven-

tilsitz 42 tragender Düseninsatz 43 eingesetzt und mittels eines Gehäuseoberteils 44 festgehalten ist. An diesem Gehäuseoberteil ist mittels eines Flansches 45 der Druckbehälter 17 einstückig verbunden. Ein solches Oberteil kann demnach für verschiedene Düsenansätze 43 und verschiedene Gehäuseunterteile 41 verwendet werden. Das Verschlussstück 46 weist einen Schaft 47 auf, der unter dem Einfluss einer Feder 48 steht und unter Zwischenschaltung eines Druckschuhs 49 an der Membran 16 anliegt. Diese steht von oben unter dem Dampfdruck p_t im Behälter 17 und unten unter dem Druck p_v im Raum 50, der über einen Anschlussstutzen 44a mit dem Verdampfer verbunden ist.

Der Verdampferaustritt wird durch ein Rohr 51 gebildet, in welchem drei Fühler 52, 53 und 54 angeordnet sind, die über eine Leitungsverbindung 55 mit der Steuereinheit 35 verbunden sind. Die Fühler 52 und 54 stellen mit reinem Zweipunktverhalten fest, ob das Kältemittel überhitzt oder nass ist. Der Fühler 53 stellt die Temperatur des Kältemittels fest. Aus den Messergebnissen und den Einstellungen in der Steuereinheit 35 lässt sich für jeden Betriebszustand ein Dampfdruck p_t erzeugen, der eine optimale Füllung des Verdampfers 3 zur Folge hat.

Bei dieser Ausführungsform ist in der Flüssigkeitsphase 30a ein Leistungstransistor 56 angeordnet, der so mit Strom beschickt wird, dass seine Verlustleistung die Beheizung der Füllung 30 besorgt. Gleichzeitig dient der Spannungsabfall an der Basis-Emitter-Strecke dieses Transistors als Temperaturfühler, da sich dieser Spannungsabfall z.B. bei einem Siliziumtransistor mit 0,02 V/°C ändert.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 3 wird ein servogesteuertes Hauptventil 57 von einem Pilotventil 58 gesteuert, wobei diese Anordnung beispielsweise an Stelle des Ventils 1 in Fig. 1 in eine Kälteanlage eingeschaltet werden kann. Der Druckbehälter 17 bildet eine Einheit mit dem Gehäuseoberteil 59 des Pilotventils 58. Zwischen dieses Oberteil und ein Gehäuseunterteil 60 ist ein Düseninsatz 61 geschaltet, der einen Ventilsitz 62 für das Verschlussstück 63 trägt. Der zugehörige Ventilschaft 64 steht unter der Belastung einer Feder 65, wird oben von einem Balg 66 umschlossen und liegt unter Zwischenschaltung des Druckschuhs 46 an der Membran 16 an. Ein Anschlussstutzen 67 verbindet den Ausgang des Pilotventils mit dem Verdampfer.

Das Hauptventil 57 weist ein Gehäuse 68 auf, das oben durch das Gehäuse-Unterteil 60 des Pilotventils 58 abgedeckt ist und einen Düseninsatz 69 mit Ventilsitz 70 für ein Verschlussglied 71 aufweist. Dieses ist mit einem Kolben 72 verbunden, der unter dem Einfluss einer Feder 73 und des Druckunterschiedes zwischen den Räumen 74 und 75 steht. Der Raum 75 steht über eine Drossel 76 mit dem Eintrittsraum 9 und über eine weitere Drossel 77 mit dem Raum 74 in Verbindung. Dieser bildet gleichzeitig den Eintrittsraum für das Pilotventil. Zwischen die Feder 73 und das Verschlussglied 63 ist eine Stützplatte 78 gelegt.

Wenn durch einen vorgegebenen Dampfdruck p_t im Druckbehälter 17 dem Verschlussglied 63 eine bestimmte Stellung gegeben ist, strömt Kältemittel über die Drosselstellen 76, 77 und den Ventilsitz 62 des Pilotventils 58 in den Verdampfer. Die Menge des Kältemittels und damit der Druckabfall an der Drossel 77 hängt von der Öffnungsstellung des Pilotventils ab. Der Kolben 72 nimmt eine Gleichgewichtsstellung ein, in der dieser Druckabfall multipliziert mit der Kolbenfläche der Kraft der Feder 73 entspricht. Infolgedessen wird das Hauptventil 57 dem Pilotventil 58 nachgeführt.

Der Druckbehälter 17 ist aussen mit Kühlrippen 17a versehen. Zum Zweck der Abkühlung kann daher nicht nur Wärme über die Wärmeleitbrücke an das Pilotventil 58, sondern auch an die Umgebungsluft abgeführt werden.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 ist ein servogesteuertes Hauptventil 79 mit einem Pilotventil 80 zur Speisung eines überfluteten Verdampfers 81 vorgesehen. Sowohl der Flüssig-

keitsraum 82 als auch der Dampfraum 83 sind über je eine Leitung mit einem Niveaufühler 84 verbunden, der einen Schwimmer 85 mit einem Anker 86 aufweist. Dieser greift in einen Signalgeber 87 in der Form einer Magnetspule, die über eine Leitung 88 mit der Steuereinheit 35 verbunden ist. Ein ähnlicher Signalgeber 89 wird von einem mit dem Verschlussstück 90 des Hauptventils 79 verbundenen Anker 91 betätigt. Er dient als Positionsgeber 92 und ist über eine Leitung 93 mit der Steuereinheit 35 verbunden. Im übrigen ist das Hauptventil 79 recht ähnlich aufgebaut wie das Hauptventil 57. Es gibt demnach ein Gehäuse 94, einen Düseninsatz 95 mit Ventilsitz 96, einen Kolben 97, eine Feder 98 und zwei Drosselstellen 99 und 100. Der Raum 101 oberhalb des Kolbens ist gleichzeitig der Eintrittsraum des Pilotventils 80. Er wird durch einen Deckel 102 abgeschlossen, in welchem ein Pilotkanal 103 vorgesehen ist, der über einen Pilotkanal 104 im Ventilgehäuse 94 mit dem Ausgangsraum 10 verbunden ist.

Im Gehäuse 105 des Pilotventils, das in den Deckel 102 einschraubbar ist, befinden sich exzentrische Kanäle und ein zentrischer Kanal 107, der vom Ventilschaft durchsetzt wird. Das Verschlussstück 108 wirkt mit einem Ventilsitz 109 zusammen. Eine Feder 110 belastet den Ventilschaft.

Auch bei dieser Anordnung folgt das Hauptventil Änderungen des Pilotventils. Dieses verstell sich in Abhängigkeit vom Dampfdruck p_t im Behälter 17, vom Verdampfdruck p_v unterhalb der Membran 16 und von der Feder 110. Insgesamt ergeben sich mehrere Rückkopplungen im Sinne einer Kaskadenregelung. Zunächst bildet die Feder 98 eine Rückkopplungsfeder zwischen dem Kolben 97 des Hauptventils 79 und dem Verschlussglied 108 des Pilotventils 80. Des weiteren gibt der Positionsfühler 92 ein Lagesignal und der Niveaufühler 84 ein Füllstandssignal an die Steuereinheit 35. Schliesslich ist eine dritte Rückkopplung mit Hilfe des Temperaturfühlers 33 gegeben, die solche Störungen kompensiert, die von der Umgebungstemperatur oder geänderten Abkühlungsverhältnissen aufgrund des durch das Ventil fließenden Kältemittels verursacht sind.

Geht man bei der Ausführungsform der Fig. 1 von der vereinfachenden Annahme aus, dass lediglich die Fühler 37 und 39 vorhanden sind, dann kann man Ventilkennlinien auftragen, in denen die Durchflussmenge Q über der Überhitzungstemperatur Δt aufgetragen ist. Für eine bestimmte Einstellung ergibt sich eine Kennlinie A mit einer vorgegebenen statischen Überhitzung a . Durch eine Einstellung an der Steuereinheit 35 lässt sich diese statische Überhitzung verkleinern (b) oder vergrößern (c), wodurch sich parallel verschobene Kennlinien B bzw. C ergeben.

Darüber hinaus lässt sich mittels der Steuereinheit 35 auch die Neigung der Kennlinien verändern, so dass sich die Kennlinien D und E einstellen lassen. Selbstverständlich kann auch gleichzeitig die statische Überhitzung und die Neigung der Kennlinie geändert werden.

Ein Schaltungsbeispiel für die Steuereinheit der Fig. 1 ist in Fig. 6 veranschaulicht. Eine erste Brücke B1 ist unter Verwendung von Vorschaltwiderständen R1 und R2 zwischen die Klemmen V+ und V- für die positive und negative Spannung gelegt. Die Brücke weist in ihrem einen Zweig einen temperaturabhängigen Widerstand R3, der dem Fühler 39 entspricht, ein Potentiometer R4, das zur Einstellung der statischen Überhitzung dient, und einen temperaturabhängigen Widerstand R5, der dem Fühler 37 entspricht, auf. Der andere Zweig besteht aus zwei festen Widerständen R6 und R7, welche den geerdeten Bezugspunkt der Brücke B1 festlegt. Die beiden Diagonalspannungen werden über je einen Widerstand R8 und R9 an die beiden Eingänge eines ersten Verstärkers A1 gelegt. Der Widerstand R8 ist einstellbar, um auf diese Weise den Verstärkungsfaktor zu ändern und damit die Neigung der Kennlinie zu ändern. Der invertierende Eingang ist über einen Widerstand R10, einen Einstellwiderstand R11 und einen festen Wider-

stand R12 mit dem geerdeten Bezugspunkt verbunden. Zwischen den Widerständen R10 und R11 zweigt die Reihenschaltung eines Kondensators C1, eines Einstellwiderstandes R13 und eines festen Widerstandes R14 ebenfalls zum geerdeten Bezugspunkt ab.

Eine zweite Brücke B2 liegt unter Verwendung von Vorwiderständen R15 und R16 zwischen den Spannungsquellen V+ und V-. Sie weist in dem einen Zweig einen temperaturabhängigen Widerstand R16 auf, der dem Fühlerwiderstand 30 entspricht, ferner ein Potentiometer R17, mit dem eine Justierung möglich ist, und einen festen Widerstand R18. Der andere Zweig besteht aus zwei Widerständen R19 und R20, zwischen denen sich ein geerdeter Bezugspunkt ergibt. Die Diagonalepunkte sind über die Widerstände R21 und R22 mit den Eingängen eines zweiten Verstärkers A2 verbunden, der mit einem Gegenkopplungswiderstand R23 versehen ist.

In einer Summationsschaltung S, die zwei einstellbare Widerstände R24 und R25 aufweist, über die die Ausgangssignale der beiden Verstärker A1 und A2 einem dritten Verstärker A3 zugeführt werden, dessen anderer Eingang über einen Widerstand R26 an dem geerdeten Bezugspunkt liegt. Der Ausgang dieses Verstärkers ist über einen Widerstand R27 mit einem aus zwei Transistoren Tr1 und Tr2 in Darlington-Schaltung bestehenden Transistorverstärker verbunden. In Reihe mit der Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors Tr2 liegt ein Heizwiderstand R28, der dem Widerstand 29 entspricht. Das Emitterpotential wird über einen Widerstand R29 an den invertierenden Eingang des Verstärkers A3 rückgeführt.

Diese Schaltung ermöglicht eine proportionale Leistungsverstärkung der am nicht-invertierenden Eingang des Verstärkers A3 addierten Spannungen aus den beiden Operationsverstärkern A1 und A2. Mit Hilfe der veränderbaren Widerstände R24 und R25 ist es möglich, die Einflüsse aus den beiden Brücken B1 und B2 mit unterschiedlichem Gewicht zu berücksichtigen. Mit Hilfe der Widerstände R11 und R13 lässt sich der Proportionalitätsfaktor und die Integrationskonstante beim Verstärker A1 einstellen. Insgesamt lässt sich auf diese Weise eine Regelung erreichen, bei der der Integrationskondensator C1 keine sehr grossen Werte annehmen muss.

Der Drehknopf 36 kann dem Potentiometer R4 zugeordnet werden. Für den Einstellwiderstand R8 kann ein zweiter Drehknopf vorgesehen werden. Auch für die Änderung der Reglerkonstanten mit den Widerständen R11 und R13 können entsprechende Stellknöpfe vorgesehen werden, es besteht aber auch die Möglichkeit, diese Verstellung automatisch im Sinne einer adaptiven Regelung vorzunehmen. Es bedarf nur geringfügiger Modifikationen, wenn als Temperaturfühler 33 ein Thermoelement eingesetzt wird oder wenn der Heizwiderstand 32 durch einen Leistungstransistor 56 ersetzt wird. Auch wenn statt einer Heizvorrichtung eine Kühlvorrichtung verwendet wird, erfordert dies nur geringfügige Änderungen an der gesamten Schaltung. Das gleiche gilt, wenn zur Beeinflussung des Regelverhaltens weitere Fühler vorhanden sind, diese können gleichsinnig mit den Widerständen R11 und R13 wirken.

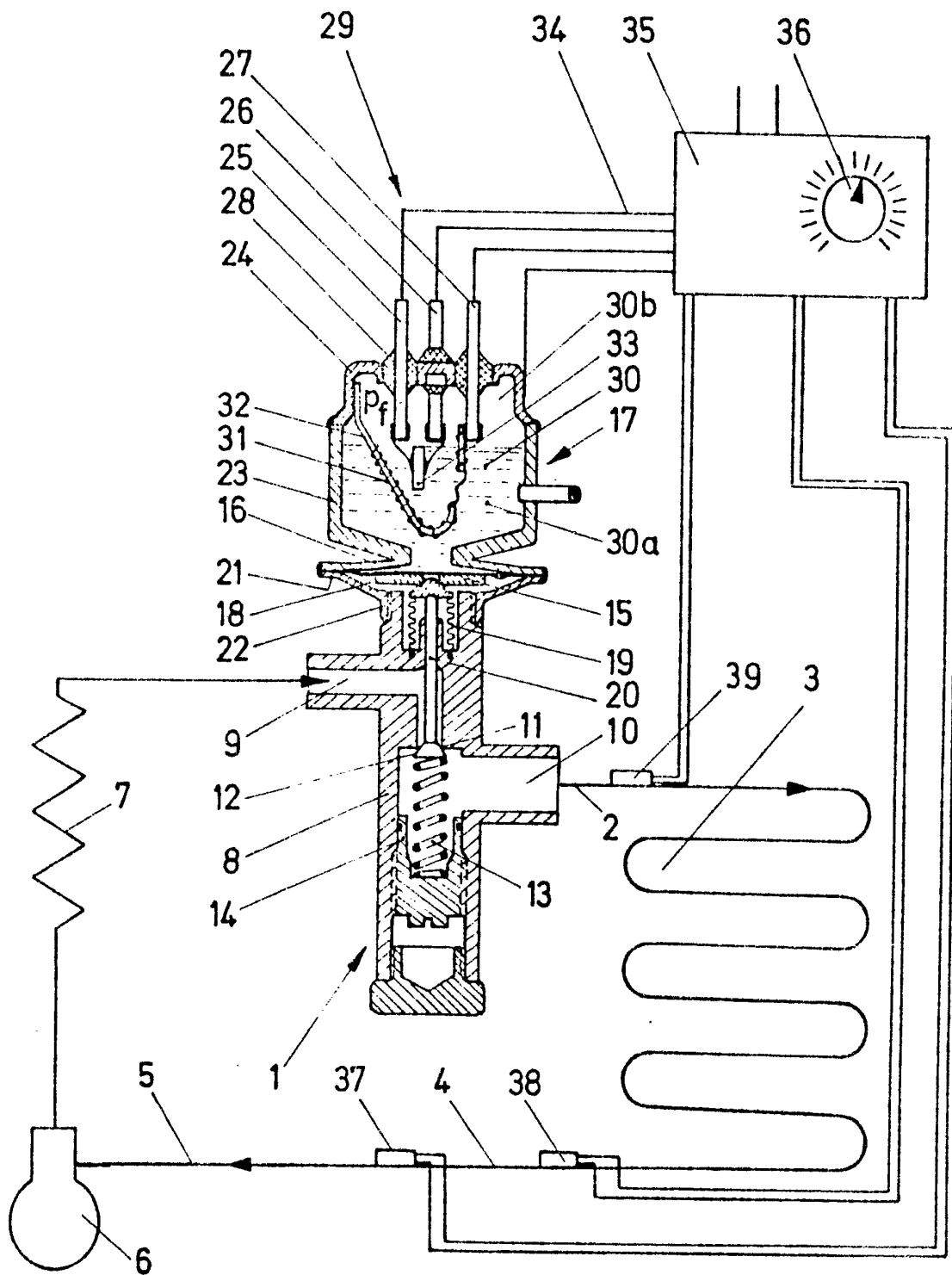


Fig. 1

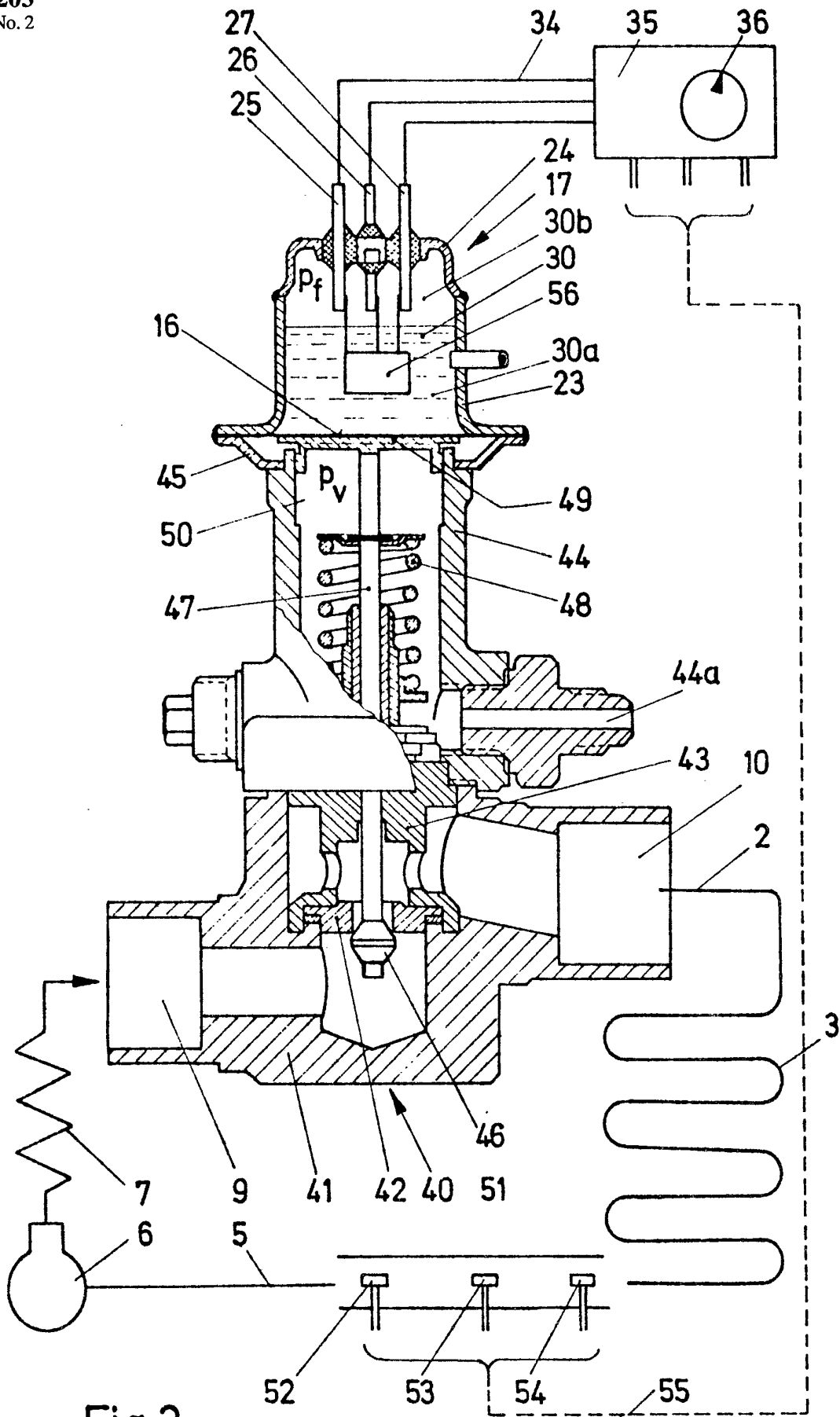


Fig.2

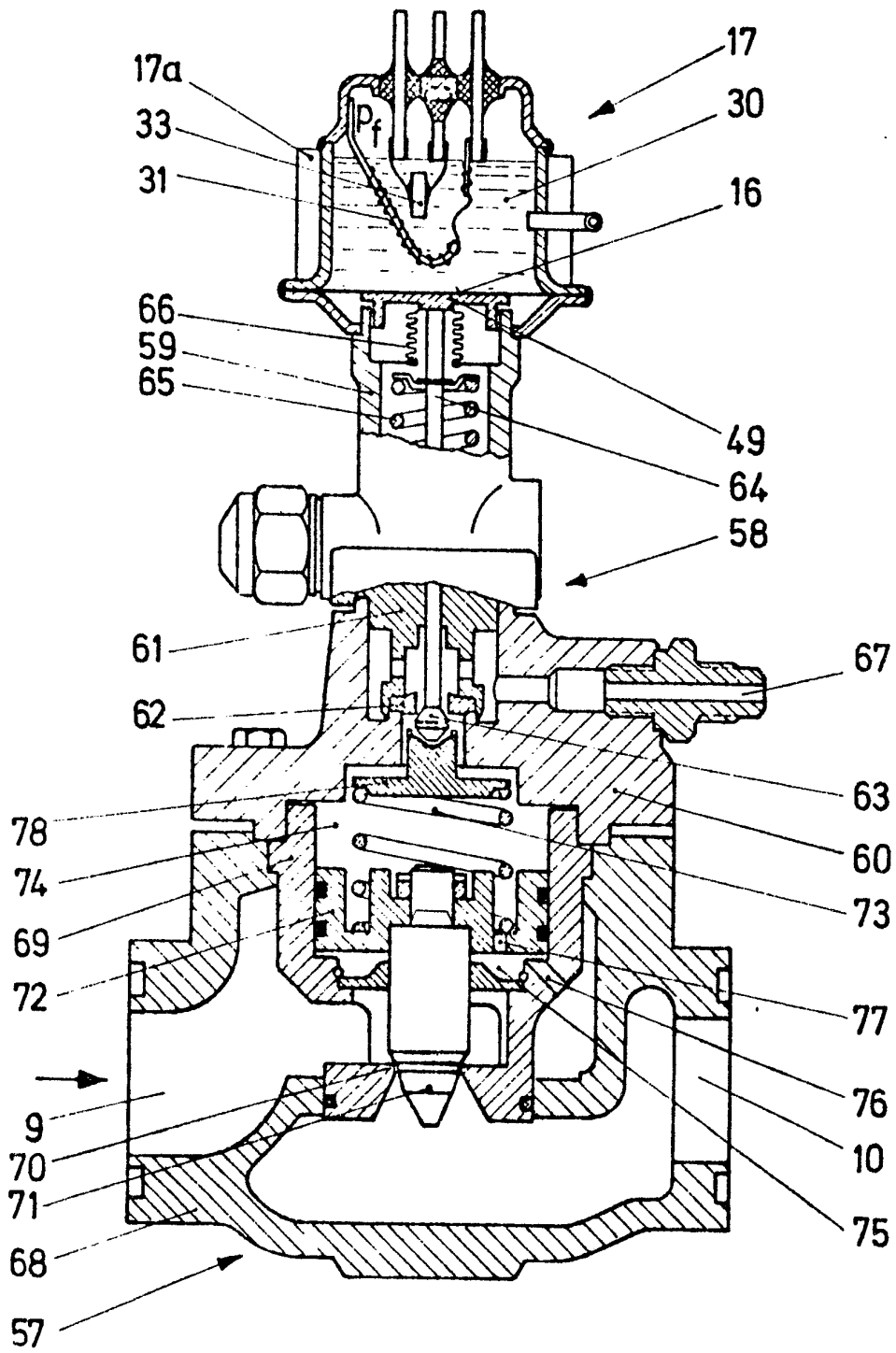


Fig. 3

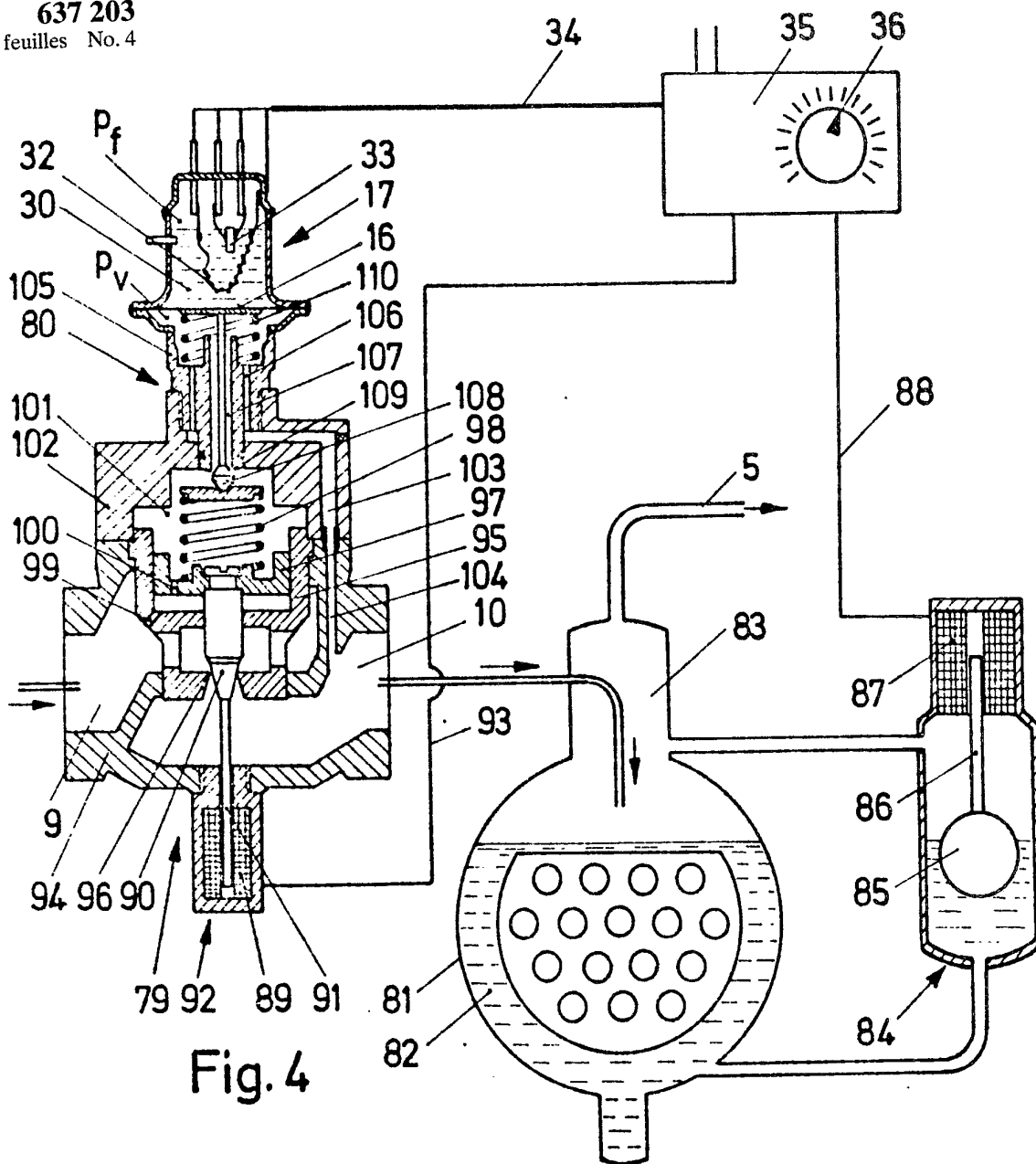


Fig. 4

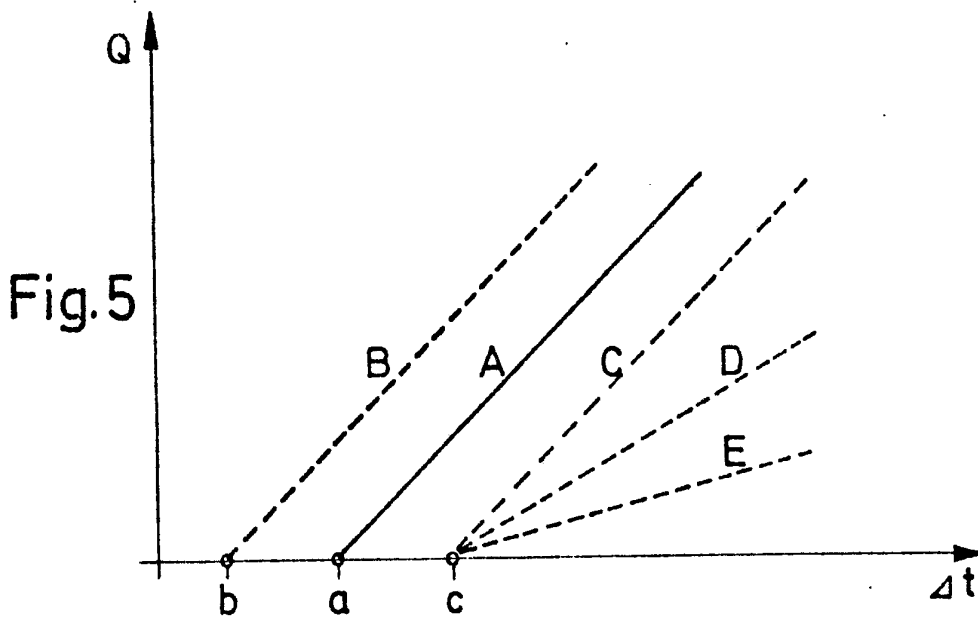


Fig. 5

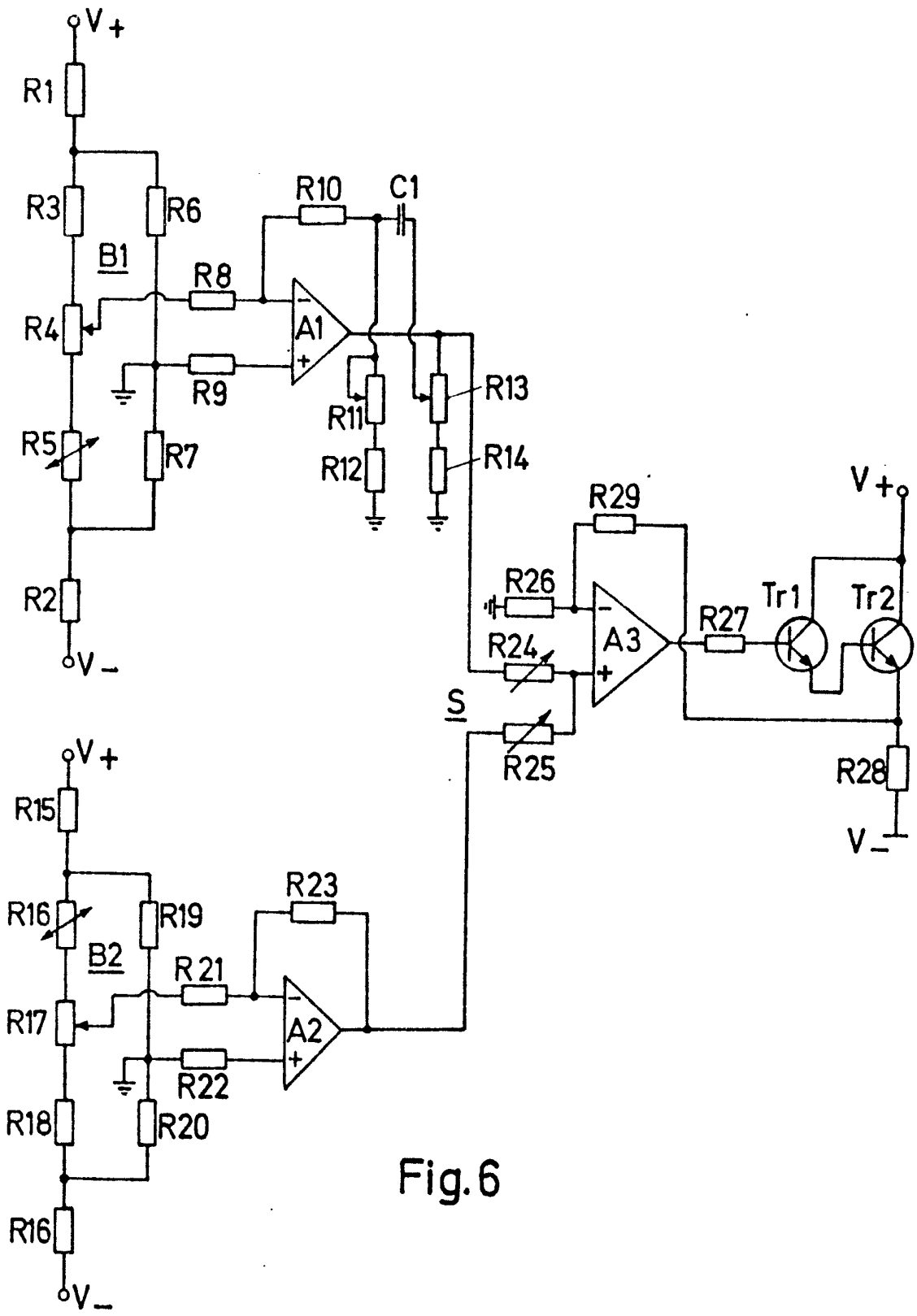


Fig. 6