

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 747 645 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.12.1996 Patentblatt 1996/50

(51) Int. Cl.⁶: **F25B 41/06**, G05D 16/06

(21) Anmeldenummer: **96109219.4**

(22) Anmeldetag: **07.06.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI NL PT SE

(30) Priorität: **08.06.1995 DE 19520995**

(71) Anmelder: **KÜBA KÄLTETECHNIK GmbH**
82065 Baierbrunn (DE)

(72) Erfinder:
• **Kizlauskas, Ceslovas Georg**
80804 München (DE)
• **Jyrek, Paul**
82547 Eurasburg (DE)

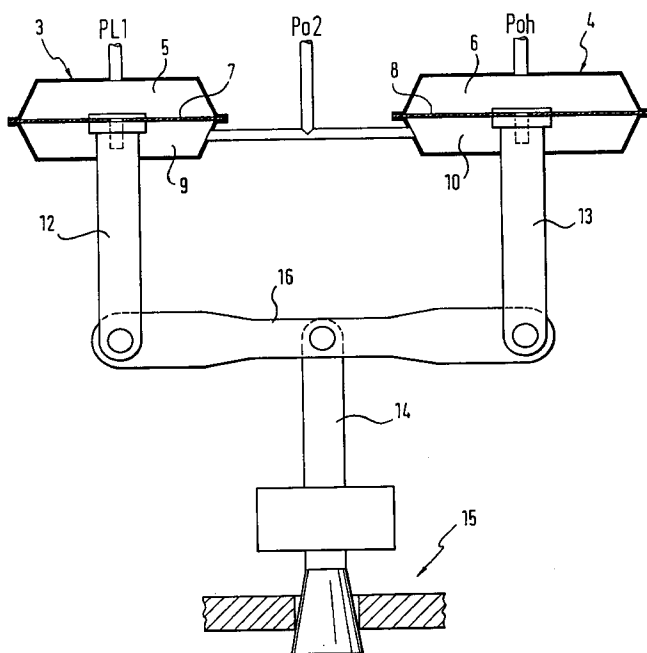
(74) Vertreter: **Schmidt, Christian et al**
Manitz, Finsterwald & Partner,
Patent- und Rechtsanwälte,
Robert-Koch-Strasse 1
80538 München (DE)

(54) Vorrichtung zur Leistungsoptimierung von mit Kältemitteln betriebenen Kühlern

(57) Es wird eine Vorrichtung zur Leistungsoptimierung von mit Kältemitteln betriebenen Ventilator-Luftkühlern (1) beschrieben, wobei das Expansionsventil (15,17,18) durch eine Regeleinrichtung gesteuert wird, die zwei Differenzdruckdosen (3,4) umfaßt, deren Aus-

gangssignale das Expansionsventil (15,17,18) derart beeinflussen, daß ein vorgebbares, insbesondere 0,625 betragendes Überhitzungsverhältnis gewährleistet ist.

Fig.3



EP 0 747 645 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Leistungsoptimierung von mit Kältemitteln betriebenen, über zumindest ein Expansionsventil gespeisten Küh-
lern, insbesondere Ventilator-Luftkühlern, mit einer das Expansionsventil steuernden Regeleinrichtung.

Kältemittelverdampfer, insbesondere Ventilator-Luftkühler werden in der Praxis in großem Umfange eingesetzt und müssen gewährleisten, daß die zu kühlenden Güter, insbesondere auch besonders empfindliche Güter, die nicht austrocknen dürfen, auf einer möglichst genau vorgebbaren Temperatur gehalten werden.

Die Erfüllung dieser Forderung stößt insbesondere dann auf erhebliche Schwierigkeiten, wenn unterschiedliche Leistungsanforderungen auftreten, die Zulufttemperatur, zum Beispiel beim Öffnen von Türen, größeren Schwankungen ausgesetzt ist und im Luftkühler selbst Reif- oder Eisbildung unterschiedlichen Ausmaßes entsteht.

Aus der EP 0 378 152 B1 ist bereits ein Verfahren zur Leistungsoptimierung derartiger Kältemittelverdampfer bekannt, das die bestmögliche Leistung des Luftkühlers gewährleistet. Dabei erfolgt eine praktische ständige Temperatur-Rechenwertbestimmung und die Ansteuerung des Expansionsventils in der Weise, daß die Verdampferausgangstemperatur dem Temperatur-Rechenwert möglichst exakt nachgeführt wird. Dies stellt sicher, daß im letzten Teilabschnitt des Verdampfers das Kältemittel sich stets im überhitzten Zustand befindet und ausgangsseitig nur noch Dampf austritt, und zwar praktisch unabhängig von den jeweiligen Leistungsanforderungen. Damit wird im jeweiligen Kühlraum auch eine sehr genaue Temperaturregelung ermöglicht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs angegebenen Art in der Weise auszubilden, daß das aus EP 0 378 152 bekannte Verfahren ohne elektronische Komponenten und damit auch ohne Bedarf von elektrischer Energie realisiert werden kann und damit eine betriebssichere und praktisch wartungsfreie Regelung gewährleistet ist.

Gelöst wird diese Aufgabe nach der Erfindung im wesentlichen dadurch, daß die Regeleinrichtung eine erste Differenzdruckdose und eine zweite Differenzdruckdose umfaßt, die jeweils durch eine Membran in einen Druckraum und einen Gegendruckraum unterteilt sind,

daß der Druckraum der ersten Druckdose an einen ersten Druckgeber angeschlossen ist, dessen Ausgangsdruck PL1 der Lufteinlaßtemperatur tL1 des Kühlers entspricht,

daß der Druckraum der zweiten Differenzdruckdose an einen zweiten Druckgeber angeschlossen ist, dessen Ausgangsdruck P0h der kühlerausgangsseitigen Überhitzungstemperatur toh entspricht,

daß die beiden Gegendruckräume der Differenzdruckdosen an einen dritten Druckgeber angeschlossen sind, dessen Ausgangsdruck Po2 einem vorgebbaren, insbesondere der Verdampfertemperatur folgenden Referenzdruck Po2 entspricht, und

daß die differenzdruckabhängig bewegten Membranen der beiden Differenzdruckdosen mit vorgebar mechanischer Übersetzung das Expansionsventil betätigen.

Durch die rein thermisch-mechanisch realisierte Regelung des Überhitzungsverhältnisses wird eine sehr wirtschaftliche, robuste und wartungsfreie Vorrichtung erhalten, die nach Vornahme einer Grundeinstellung keine Nacheinstellvorgänge mehr erfordert. Dies stellt auch für die jeweiligen Monteure eine wesentliche Vereinfachung dar und hat zur Folge, daß gegebenenfalls auch weniger qualifizierte Monteure die Montage durchführen können, da keinerlei elektronische Geräte angeschlossen und eingestellt werden müssen.

Bevorzugt wird die mechanische Übersetzung durch das Verhältnis der Flächen der Membranen der Druckdosen vorgegeben, wobei jede der beiden Membranen auf ein in Parallelzweigen der Kältemittelzuführung liegenden Expansionsventile einwirken kann oder die Bewegungs-Ausgangsgrößen der beiden Membranen über ein Hebelgetriebe gekoppelt und als resultierende Stellbewegung ein einziges Expansionsventil beeinflussen können.

Bevorzugt werden die beiden Differenzdruckdosen als Differenzdruckeinheiten in einem gemeinsamen Gehäuse zusammengefaßt, wobei dann auch ein gemeinsamer Gegendruckraum für die beiden Membranen vorliegt.

Weitere besonders vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in der Zeichnung zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines mit Kältemittel betriebenen Luftkühlers in Verbindung mit den Sensoren zur Gewinnung der erforderlichen Drucksignale,

Figur 2 eine schematische Darstellung von für die erfindungsgemäße Vorrichtung benötigten Differenzdruckdosen mit zugehörigen Druckanschlüssen,

Figur 3 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Hebelübersetzung, und

Figur 4 eine zweite Ausführungsform der Erfindung mit in Parallelzweigen der Kältemittelzufüh-

rung angesteuerten Expansionsventilen.

= F2, so folgt daraus:

$$(PL1-Po2) \cdot A1 = (Poh-Po2) \cdot A2$$

Figur 1 zeigt in schematischer Weise einen mit Kältemittel betriebenen, von einem mittels eines Ventilators erzeugten Luftstrom durchströmten Kühler 1, wobei die das Lamellenpaket durchsetzenden Kältemittelleitungen schematisch mit 2 bezeichnet sind.

Diesem Luftkühler sind Sensoren zur Erfassung der Lufteinlaßtemperatur, der Überhitzungstemperatur sowie zur Verdampfungstemperatur zugeordnet, wobei wesentlich ist, daß die Sensoren so ausgebildet sind, daß den jeweiligen Temperaturen entsprechende Druckwerte PL1, Poh und Po2 erhalten werden. Bezüglich des auf die Lufteinlaßtemperatur ansprechenden Fühlers bzw. Druckgebers ist dabei zu beachten, daß die Füllung dieses Druckgebers an das jeweils verwendete Kältemittel angepaßt sein muß. Auf Temperatur ansprechende Fühler, die Druckausgangssignale liefern, sind bekannt und können hinsichtlich ihrer Ausgestaltung und insbesondere hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit an den jeweiligen Einsatzzweck angepaßt werden.

Das Überhitzungsverhältnis ist definiert als $(toh-to) / (tL1-to)$, wobei tL1 die Lufteinlaßtemperatur, toh die Überhitzungstemperatur am Ende des Luftkühlers gemessen am Ausgangsrohr (Saugleitung) und to die Verdampfungstemperatur des Kältemittels darstellt.

Diese Temperaturgleichung läßt sich auch als Druckgleichung darstellen, wobei Sensoren beim Lufteinlaß und am Saugrohr die herrschenden Temperaturen in Drücke umwandeln, so daß für das Überhitzungsverhältnis gilt $(Poh-Po2) / (PL1-Po2)$.

Figur 2 zeigt eine Anordnung von zwei Differenzdruckdosen 3, 4, wobei jede dieser Differenzdruckdosen einen Druckraum 5, 6 und einen Gegendruckraum 9, 10 aufweist, die durch Membranen 7, 8 voneinander getrennt sind. Die sich durch die jeweiligen Differenzdrücke ergebende Membranbewegung wird - wie dies schematisch durch Pfeile angedeutet ist - erfaßt und in Form von Stellsignalen nach außen geführt.

Die Gegendruckräume 9, 10 beider Differenzdruckdosen 3, 4 sind zum äußeren Druckausgleich mit dem Druck Po2 beaufschlagt, während der Druckraum der ersten Differenzdruckdose 3 mit dem der Lufteinlaßtemperatur entsprechenden Druck PL1 und die zweite Differenzdruckdose 4 mit dem der Überhitzungstemperatur entsprechenden Druck Poh beaufschlagt ist. Die Fläche der Membran der ersten Differenzdruckdose 3 ist mit A1 und die Fläche der Membran der zweiten Differenzdruckdose 4 mit A2 bezeichnet.

Da die Kraft einer Differenzdruckdose definiert ist als $F=P \cdot A$ ergeben sich für die resultierenden Kräfte beider Differenzdruckdosen folgende Beziehungen:

$$F = (PL1-Po2) \cdot A1$$

$$F2 = (Poh-Po2) \cdot A2$$

Setzt man diese beiden Kräfte gleich, das heißt F1

Daraus ergibt sich nach Umformung

$$\frac{A1}{A2} = \frac{(Poh-Po2)}{(PL1-Po2)}$$

Die Luftkühlerleistung ist nach DIN 8955 gleich 100 %, wenn das Überhitzungsverhältnis 0,625 beträgt, das heißt wenn $A1 / A2 = 0,625$ ist. Dieses Überhitzungsverhältnis kann als Membranflächenverhältnis oder als Hebelverhältnis ausgedrückt werden, wenn die Membranflächen gleich groß sind.

Figur 3 zeigt eine erste, mit Hebelübersetzung arbeitende Ausführungsform der Erfindung. Dabei sind die Differenzdruckdosen 3 und 4 analog der Darstellung in Figur 2 mit den Drücken PL1 und Poh sowie dem in beiden Differenzdruckdosen wirksamen Druck Po2 beaufschlagt.

Die Membranen 7, 8 der beiden Differenzdruckdosen 3, 4 sind mit Stößeln 12, 13 verbunden, welche aus den Dosen herausgeführt sind und in Abhängigkeit von der jeweiligen Membranbewegung entsprechend ihrer Längserstreckung verschoben werden.

Diese Stößel 12, 13 sind gelenkig an einen Verbindungshebel 16 angeschlossen, der wiederum gelenkig mit einem Ventilbetätigungshebel 14 bzw. der jeweiligen Ventilonadel des zugeordneten Expansionsventils 15 verbunden ist. Die Anlenkstelle des Ventilbetätigungshebels 14 liegt dabei in vorgebar Weise zwischen den Anlenkstellen der Stößel 12, 13 mit dem Verbindungshebel 16. Die durch die Hebelanordnung erzielte Übersetzung wird so dimensioniert, daß das Expansionsventil 15 derart gesteuert wird, daß jeweils die optimale Luftkühlerleistung gewährleistet und demgemäß das Überhitzungsverhältnis 0,625, ausgedrückt als Hebelverhältnis bei gleich großen Membranflächen eingehalten wird.

Selbstverständlich stellt die in Figur 3 dargestellte Hebelanordnung nur eine mögliche Ausführungsvariante dar, die hinsichtlich der Erfindung nicht beschränkend ist.

Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, die insbesondere für einen erweiterten Leistungsbereich geeignet ist. Die Differenzdruckdosen 3, 4 sind wiederum in analoger Weise wie in Figur 3 druckbeaufschlagt, aber es wirkt jetzt jede Differenzdruckdose über ihren jeweiligen Stößel 12 bzw. 13 unmittelbar auf ein Expansionsventil bzw. die Nadel des jeweiligen Expansionsventils 17, 18 ein. Diese Expansionsventile 17, 18 liegen in Parallelzweigen der Kältemittelzufuhr zum jeweiligen Kühler. Das Überhitzungsverhältnis ist in diesem Falle als Membranflächenverhältnis $A1 / A2$ ausgedrückt und beträgt vorzugsweise 0,625.

Anstelle von zwei separaten Expansionsventilen 17, 18 ist es auch möglich, diese beiden Ventilelemente in einem einzigen Gehäuse zusammenzufassen, das

dann die entsprechenden Druckanschlüsse und Kühlmittelanschlüsse aufweist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Leistungsoptimierung von mit Kältemitteln betriebenen, über zumindest ein Expansionsventil gespeisten Kühlern, insbesondere Ventilator-Luftkühlern, mit einer das Expansionsventil steuernden Regeleinrichtung, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die Regeleinrichtung eine erste Differenzdruckdose (3) und eine zweite Differenzdruckdose (4) umfaßt, die jeweils durch eine Membran (7, 8) in einen Druckraum (5, 6) und einen Gegendruckraum (9, 10) unterteilt sind, daß der Druckraum (5) der ersten Differenzdruckdose (3) an einen ersten Druckgeber angeschlossen ist, dessen Ausgangsdruck (PL1) der Lufteinlaßtemperatur (tL1) des Kühlers (1) entspricht, daß der Druckraum (6) der zweiten Differenzdruckdose (4) an einen zweiten Druckgeber angeschlossen ist, dessen Ausgangsdruck (Poh) der kühlerausgangsseitigen Überhitzungstemperatur (toh) entspricht, daß die beiden Gegendruckräume (9, 10) der Differenzdruckdosen (3, 4) an einen dritten Druckgeber angeschlossen sind, dessen Ausgangsdruck (Po2) einem vorgebbaren, insbesondere der Verdampfungstemperatur folgenden Referenzdruck (Po2) entspricht, und daß die differenzdruckabhängig bewegten Membranen (7, 8) der beiden Differenzdruckdosen (3, 4) mit vorgebbarer mechanischer Übersetzung das Expansionsventil (15; 17, 18) betätigen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die beiden Differenzdruckeinheiten im Rahmen eines gemeinsamen Gehäuses zusammengefaßt sind und damit auch ein gemeinsamer Gegendruckraum vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die mechanische Übersetzung durch das Verhältnis der Flächen der Membranen (7, 8) der Differenzdruckdosen (3, 4) vorgegeben ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die mechanische Übersetzung bei gleich großen Flächen der Membranen (7, 8) der Differenzdruckdosen (3, 4) durch eine Hebelanordnung (12, 13, 14, 16) vorgegeben ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die Hebelanordnung jeweils einen mit einer der beiden Membranen (7, 8) verbundenen Stößel (12, 13) sowie einen an diesen Stößeln (12, 13) insbesondere beidseitig gelenkig angeschlossenen Verbindungshebel (16) umfaßt, und daß ein Ventilbetätigungshebel (14) am Verbindungshebel (16) zwischen den beiden Stößelanlenkstellen gelenkig angeschlossen ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

daß jede der beiden Differenzdruckeinheiten (3, 4) ein in einem Parallelzweig der Kältemittelzuführung angeordnetes Expansionsventil (17, 18) betätigt.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die beiden Differenzdruckdosen (3, 4) sowie die von ihnen gesteuerten Ventile (17, 18) in einem gemeinsamen, mit den erforderlichen Druck- und Kältemittelanschlüssen versehenen Gehäuse angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der auf die Luft Eintrittstemperatur (tL1) ansprechende Druckgeber und der auf die Überhitzungstemperatur (toh) ansprechende Druckgeber mit einer an das jeweils verwendete Kältemittel angepaßten Füllung versehen ist.
9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

daß das Flächenverhältnis der Membranen (7, 8) und / oder das Hebelverhältnis der mit den Membranen (7, 8) verbundenen Hebelanordnung gleich dem geforderten Überhitzungsverhältnis gewählt ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**,

daß das der Beziehung (Poh-Po2 / PL1-Po2) entsprechenden Flächen- oder Hebelverhältnis im Bereich von 0 bis 1 gelegen ist und insbesondere 0,625 beträgt.

Fig. 1

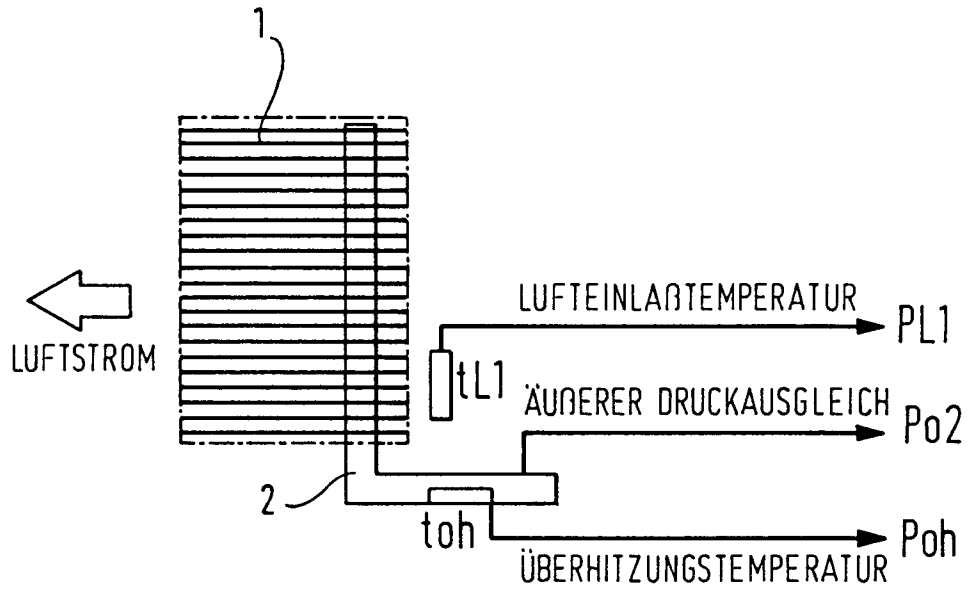


Fig. 2

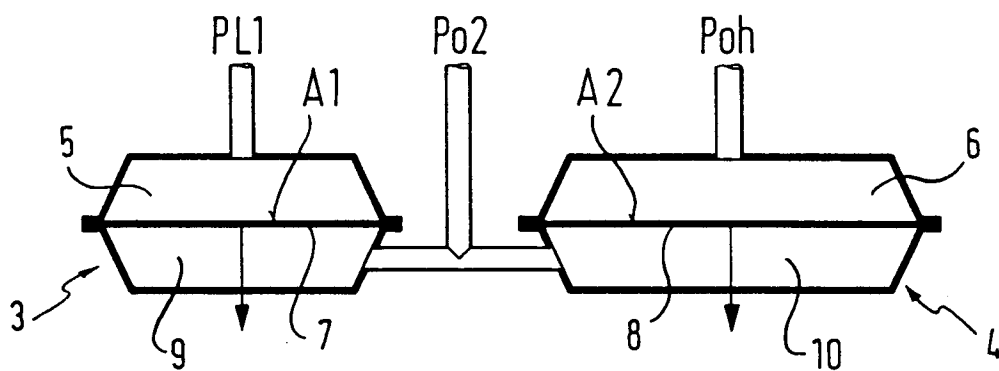


Fig.3

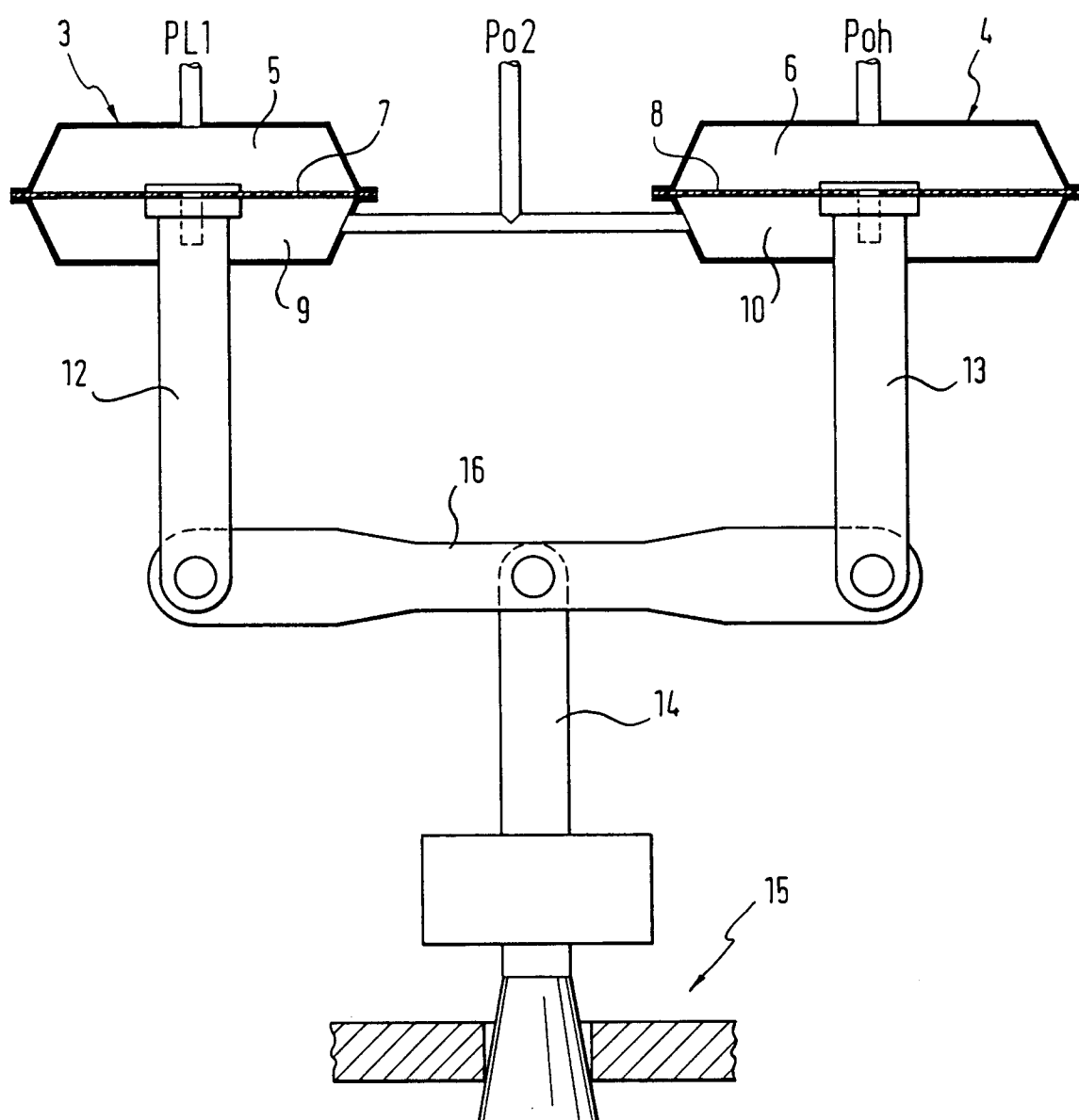


Fig.4

