



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



(11) EP 0 844 396 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
27.05.1998 Patentblatt 1998/22

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F04B 49/02

(21) Anmeldenummer: 97120357.5

(22) Anmeldetag: 20.11.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 23.11.1996 DE 19648589

(71) Anmelder: CompAir Mahle GmbH  
70736 Fellbach (DE)

(72) Erfinder:  
• Weisz, Rafael, Dr.  
D-71322 Waiblingen (DE)  
• Zolldann, Wolf  
D-73773 Aichwald (DE)

(74) Vertreter:  
Patentanwalts-Partnerschaft  
Rotermund + Pfusch  
Waiblinger Strasse 11  
D-70372 Stuttgart (DE)

### (54) Verfahren zum Steuern des Betriebes einer aus mehreren Verdichtern bestehenden Druckluft-Verdichterstation

(57) Eine aus mehreren elektromotorisch angetriebenen, Verdichtern bestehende Druckluft-Verdichterstation, soll mit einem möglichst geringen Betriebsenergieaufwand betrieben werden.

- die Förder- und Verbrauchsvolumenströme der Druckluftanlage werden in vorgegebenen kurzen Zeitintervallen ermittelt,
- bei Erreichen des oberen oder unteren Druckgrenzwertes wird ein Signal für eine Veränderung (Veränderungssignal) des Betriebszustandes der Verdichter in der Verdichterstation erzeugt,
- anhand des Abweichungsvolumens wird der tatsächlich erforderliche Gesamt-Fördervolumenstrom ermittelt,
- anhand des festgestellten tatsächlich erforderlichen Gesamt-Fördervolumenstromes wird für die Verdichterstation ein diesem Wert möglichst nahe kommender Betriebszustand der Verdichter ausgewählt und eingestellt,
- solange der Betriebsdruck der erzeugten Druckluft innerhalb des Druckluftnetzes außerhalb des von den Druckgrenzwerten begrenzten Bereichs liegt, werden neue Veränderungssignale erzeugt.

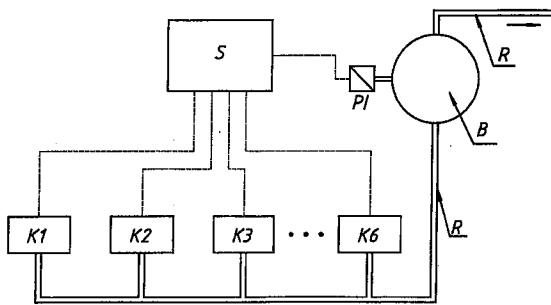


Fig. 1

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern des Betriebes einer aus insbesondere elektromotorisch angetriebenen, mehreren Verdichtern bestehenden Druckluftstation nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei einer aus mehreren einzelnen, gleiche oder unterschiedliche Leistungsdaten, aufweisenden Verdichtern bestehenden Verdichterstation sollen je nach momentan vorliegendem Druckluftverbrauch nur so viele Verdichter und in einer solchen Kombination in Betrieb sein, wie es zu einer sicheren Deckung des Druckluftbedarfs unter gleichzeitiger Minimierung des Energieaufwandes notwendig ist.

Eine grundsätzliche Lösung hierfür zeigt eine Steuerung nach den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 auf.

Zweckmäßige Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung beruht auf folgenden Gedanken.

Die Verdichterstation soll, wenn sie in Betrieb ist, in dem von ihr zu speisenden Druckluftnetz jeweils Druckluft für den Verbraucher innerhalb eines durch einen oberen und einen unteren Druckgrenzwert möglichst eng begrenzten Druckbereiches zur Verfügung stellen. Dabei soll die Druckluftförderung derart gesteuert werden, daß zunächst mit Überschuß bis zur Erreichung der oberen Druckgrenze gefördert wird. Nach Erreichen der oberen Druckgrenze soll eine Korrektur dahingehend erfolgen, daß mit einem möglichst geringen Druckabfall bis zur Erreichung der unteren Druckgrenze gefördert wird. Ist die untere Druckgrenze erreicht, so soll wieder mit geringem Druckluftüberschuß bis zum Erreichen der oberen Druckgrenze gefördert werden. In dieser Weise, das heißt durch jeweils einen geringen Förderüberschuß bzw. einen Fördermangel an erzeugter Druckluft wird die Druckluftförderung alternierend zwischen den beiden Druckgrenzen betrieben. Durch einen flachen Verlauf eines Druckanstieges bzw. Abfalles zwischen den Druckgrenzen soll eine geringe Schalthäufigkeit der Verdichterantriebe erreicht werden.

Nach einem Erreichen der vorgegebenen Druckgrenzwerte soll die dort erfolgende Korrektur jeweils möglichst vernünftig und realitätsnah mit Bezug auf die zu jenen Zeitpunkten jeweils herrschenden Druckluftverbräuche sein. Dies bedeutet, daß die Druckluftverbräuche kontinuierlich erfaßt werden müssen, um bei der Korrektur an den Druckgrenzwerten jeweils vernünftig berücksichtigt werden zu können.

Es werden daher in vorgegebenen kurzen Zeitintervallen von beispielsweise 2 bis 5 Sekunden die jeweils vorliegenden Über- oder Unterschlußdruckluftvolumenförderströme ermittelt.

Diese Ermittlung geschieht nach gemessenen Betriebswerten unter Auswertung nach folgender Gleichung:

$$V_L - V_V = V_N \times (dp/p_0)/dt$$

$V_V$ =	Verbrauchsvolumenstrom bezogen auf den Normzustand von 1 bar, 20° C,
$V_L$ =	momentaner Fördervolumenstrom der Verdichterstation bezogen auf den Normzustand,
$(dp/p_0)/dt$ =	Druckluftänderung je Zeiteinheit, geteilt durch den Normdruck
$p_0$ =	Normdruck, auf den die Volumenströme bezogen sind
$t$ =	Zeiteinheit
$V_N$ =	Volumen des Druckluftnetzes einschließlich Speicherbehälter und Rohrleitungen im Zusammenhang mit der Druckluft-Verdichterstation.

Der momentane Volumenstrom  $V_L$  wird von der erfindungsgemäßen Steuerung anhand der bekannten Volumenförderströme der einzelnen Verdichter der Verdichterstation ermittelt. Gegebenenfalls wird bei einem oder mehreren Verdichtern möglicher Teillastbetrieb bei der Rechnung berücksichtigt durch:

Gesamt-Fördervolumenstrom einer Verdichterstation = Summe aus Volumenförderstrom eines Verdichters  
x Lastanteil des betreffenden Verdichters.

Bei bekannten Größen  $V_L$  und  $V_N$  läßt sich der Druckluftverbrauch durch die Erfassung der Druckänderung pro Zeit relativ einfach ermitteln. Hierzu ist lediglich ein Drucksensor innerhalb des Druckluftnetzes erforderlich, wobei zur Vermeidung von Sondereinflüssen auch mehrere Druckluftsensores vorgesehen sein können. Eine praktisch kontinuierliche Ermittlung läßt sich dadurch erreichen, daß die Druckluftänderungen jeweils in beispielsweise 2 bis 5 Sekunden-Intervallen ermittelt werden. Dabei ist es auch möglich, die Druckänderungswerte über mehrere Zeitintervalle zu mitteln.

Dies bedeutet in anderen Worten ausgedrückt folgendes. Die Druckmessung wird in regelmäßigen kurzen Zeitabständen vorgenommen, während für die Berechnung der Druckentwicklung jeweils nur am Anfang und Ende einer aus mehreren Meßintervallen zusammengesetzten Periode Werte herangezogen werden. Hierdurch kann einerseits eine Glättung der Messung erreicht und andererseits eine Messung möglichst dicht an einer Regelgrenze durchgeführt werden.

den.

Da die Druckluftverbräuche über eine Gleichung ermittelt werden, in der eine Größe von dem Volumen  $V_N$  des Druckluftnetzes gebildet ist und dieses Volumen bei Netzveränderungen (z.B. nur ein Teilbereich des Druckluftnetzes befindet sich in Betriebsbereitschaft) unterschiedlich ist, kann es vorteilhaft sein, das Druckluftnetzvolumen als variable

- 5 Größe bei dem Steuerverfahren mit zu erfassen und auszuwerten. Dies läßt sich dadurch realisieren, daß Druckluftfördermengenveränderungen bei jeweils gleichbleibendem Verbrauch mehrfach hintereinander unter Anwendung der vorstehend angegebenen Gleichung ausgewertet werden. Durch ein einfaches Rechenprogramm kann auf diese Weise das jeweils tatsächliche Druckluftnetzvolumen berücksichtigt werden.

Durch die vorbeschriebenen Druckänderungsmessungen kann über die zuvor angeführte Gleichung in vorgebbaren kurzen Zeitintervallen das Maß an gefördertem Druckluftüberschuß oder Fehlbedarf ermittelt werden. Dabei können die Meßwerte - wie bereits erwähnt - auch über mehrere Meßintervalle gemittelt werden.

10 Erreicht der absolute Druck in dem Druckluftnetz einen vorgegebenen Grenzwert, so wird hierdurch stets ein Druckänderungssignal erzeugt. Die Größe des Druckänderungssignals richtet sich nach dem bei der Signalentstehung gerade bestehenden Maß an Druckluft-Überschuß oder Fehlbetrag.

- 15 Über einen Rechner wird aus dem Wert für den ermittelten Druckluft-Überschuß oder Fehlbedarf in dem Betriebssystem der Verdichterstation eine Betriebsschaltung der einzelnen Verdichter gewählt, das heißt es werden einzelne Verdichter zu- oder abgeschaltet (wobei auch Teillastschaltungen möglich sind), bei der bei Erreichen der oberen Druckgrenze eine möglichst geringe Fehlbedarfsförderung und bei Erreichen des unteren Druckgrenzwertes eine möglichst geringen Überschuß-Druckluftförderung von der Verdichterstation geliefert wird. Die Auswahl der zu- und abzuschaltenden Verdichter kann über ein vorgegebenes Programm erfolgen. In jedem Fall können die einzelnen Verdichter nach vorgegebenen Prioritäten in Betrieb genommen, stillgesetzt, auf Leerlauf- oder Teillastbetrieb geschaltet werden.

- 20 Voraussetzung dafür, daß Betriebszustandsänderungen bei den einzelnen Verdichtern der Verdichterstation möglich sind, ist, daß solche Veränderungen nicht aus anderen Gesichtspunkten verboten sind und daher bei dem erfindungsgemäßen Steuerungsverfahren nicht durchgeführt werden. Beispielsweise werden elektromotorisch angetriebene Verdichter, bei denen eine bauartbedingte Nachlaufzeit nach einem letzten Einschalten noch nicht abgelaufen ist, in der Regel nicht abgeschaltet, sofern nicht betriebsbereite Ersatzverdichter gleicher Leistungsdaten in der Verdichterstation zur Verfügung stehen. Es kann beispielsweise ein Schaltungsprogramm für die Betriebsschaltung der Verdichterstation vorgesehen sein, bei dem bei Erreichen der unteren Druckgrenze, bei der ein Veränderungssignal erzeugt wird, bei leistungsgleich zur Verfügung stehenden Verdichtern jeweils ein solcher zugeschaltet wird. Dadurch wird die Schalthäufigkeit für jeden einzelnen Kompressor geringer und es besteht die Möglichkeit, bauartbedingte Nachlaufzeiten der Verdichter zu vermeiden.

- 25 Bei einer Korrektur des Betriebszustandes der einzelnen Verdichter aufgrund eines „Veränderungssignales“ kann es vorkommen, daß zum Zeitpunkt der ersten nach Grenzüberschreitung erfolgenden Messung des Druckluft-Überschusses oder Fehlbetrages die erste Korrektur noch nicht ausreichend ist, um den absoluten Druck innerhalb des Druckluftnetzes in den Bereich zwischen den Druckgrenzwerten wandern zu lassen. In einem solchen Fall wird ein neues Veränderungssignal zur Herbeiführung von weiteren Korrekturen unter den genannten Bedingungen erzeugt. Dieser Vorgang kann in Ausnahmefällen sich mehrmals wiederholen.

- 30 Wenn innerhalb des Druckluftnetzes - aus welchen Gründen auch immer - erhebliche Druckschwankungen vorliegen, liegen praktisch keine stationären Verhältnisse vor und es wäre sinnlos, während solcher Zustände ermittelte Druckänderungswerte zur Steuerung heranzuziehen. Bei der erfindungsgemäßen Steuerung werden daher derartige Werte von einer Berücksichtigung bei der Steuerung ausgenommen. Dies kann dadurch geschehen, daß über ein bestimmtes Maß hinausgehende Druckänderungswerte unberücksichtigt bleiben. Entsprechende unberücksichtigt bleibende Schwankungen können beispielsweise bei Zu- oder Abschalten einzelner an der Druckluftförderung beteiligter Verdichter entstehen.

- 35 45 Zur Vermeidung sinnloser Veränderungen an den Betriebszuständen der einzelnen Verdichter kann es auch zweckmäßig sein, die Druckveränderungswerte über mehrere Ermittlungsperioden jeweils zu mitteln und lediglich den Mittelwert zu berücksichtigen.

- Bei einer Verdichterstation mit mehreren einzelnen Verdichtern können jeweils mehrere Verdichter mit gleicher Leistung vorhanden sein. Gleiche Leistungen einzelner Verdichter können sich auch dadurch ergeben, daß einzelne oder alle Verdichter mit unterschiedlichen Lastzuständen betrieben werden können. In diesen Fällen kann der Betriebseinsatz leistungsgleicher oder leistungsgleich geschalteter Verdichter in dem vorgegebenen Betriebssystem der Verdichter nach vorgegebenen Prioritäten ausgewählt werden. So kann beispielsweise grundsätzlich von leistungsmäßig gleichartig arbeitenden Verdichtern derjenige zuerst in Betrieb genommen werden, der eine längste Stillstandszeit aufzuweisen hat. Die Prioritätenvorgabe kann auch vorsehen, daß zunächst immer erst beispielsweise im Leerlauf betriebene Verdichter auf Förderbetrieb geschaltet werden, bevor Verdichter aus dem Stillstand gestartet werden.

Durch die erfindungsgemäße Steuerung ist es auch möglich, innerhalb des vorgegebenen Betriebsschaltungssystems in Abhängigkeit von der jeweiligen Laufzeit eines Verdichters die Zuordnung einzelner leistungsgleicher beziehungsweise leistungsgleich geschalteter Verdichter zu vertauschen. Dadurch wird eine gleichmäßige Auslastung aller

Verdichter über die Gesamtbetriebsdauer erreicht.

Die erfindungsgemäße Steuerung ermöglicht es darüber hinaus, durch eine Auswertung der zwischen den oberen und unteren Druckgrenzwerten gemessenen Druckveränderungen eine sogenannten Trendrechnung für den wahrscheinlichen Druckverlauf vorzunehmen, wodurch unnötige Nachlaufzeiten vermieden werden können. Die Trendberechnungen können dabei in einer Weise erfolgen, wie sie in DE 32 37 251 C für die Steuerung eines Einzelverdichters angegeben sind.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf schematisch gezeichnete Darstellungen und Diagramme beschrieben.

In der Zeichnung zeigen

- 10 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Verdichterstation aus insgesamt 6 einzelnen Verdichtern  
 Fig. 2 Betriebsdiagramme für verschiedene Betriebszustände der Verdichter in der Verdichterstation, in der folgende Einzeldiagramme wiedergegeben sind:  
 15 Fig. 2.1 Druckluftverbrauch mit dem Druckluftverbrauchs volumenstrom  $V_V$  in Prozent als Ordinate über einer Zeit-Abszisse,  
 Fig. 2.2 Druckverlauf innerhalb des Druckluftnetzes in einem Diagramm mit dem Druck innerhalb des Druckluftnetzes als Ordinaten-Wert und der Zeit als Abszissenwert,  
 Fig. 2.3 Fördervolumendiagramme der einzelnen Verdichter einer Druckluftstation mit einem jeweiligen Fördervolumen in Prozent auf der Ordinate aufgetragen und einer Zeit-Abszisse mit Werten t.

20 Eine Druckluftverdichterstation besteht nach Fig. 1 aus insgesamt 6 Verdichtern K1 bis K6. Diese Verdichter können in ein Druckluftnetz fördern, das aus Rohrleitungen R sowie einem Druckluftbehälter B besteht. An dem Druckluftbehälter ist eine Druck-Veränderungs-Meßeinrichtung PJ installiert, die ihre Meßwerte an eine Steuerung S weiterleitet. Die Steuerung S schaltet die einzelnen Verdichter K1 bis K6 nach einem vorgegebenen Programm in der Weise, daß im erfindungsgemäßen Sinne Druckluft in das Druckluftnetz R, B gefördert wird.

Ein konkretes Steuerungsbeispiel wird nachfolgend anhand der Fig. 2 erläutert.

In dem Druckluftverbrauchsdiagramm nach Fig. 2.1 ist über einen bestimmten Zeitraum der jeweilige momentane Druckluftverbrauchs volumenstrom in Prozent des maximal möglichen Verbrauchs eingetragen.

Bei der erfindungsgemäßen Steuerung wird der Druck innerhalb des Druckluftnetzes R, B jeweils zwischen den Druckwerten  $P_{\min}$  und  $P_{\max}$  durch entsprechende Betriebsschaltungen der Verdichter K1 bis K6 in der Verdichterstation gesteuert. Die Druckkurve wird zwischen den einzelnen Druckgrenzwerten, die mit A, B, C, E, G und I bezeichnet sind, bezüglich Steigungsänderungen allein von Druckluftverbrauchsänderungen beeinflußt. Derartige Steigungsänderungen des Druckluftverlaufs sind an den Punkten D, F und H zu sehen.

Durch eine Vorprogrammierung in der Steuerung S für die Druckluftverdichterstation arbeiten zwischen den Druckverlaufspunkten A und B nach Fig. 2.3 die Verdichter K1 bis K4 jeweils in Vollastbetrieb.

Bei Erreichen des oberen Druckgrenzwertes  $P_{\max}$  in dem Punkt B wird anhand des Druckverlaufes vor Erreichen des Punktes B durch die Steuerung S der Kompressor K1 auf Teillast geschaltet. Hierdurch wird nunmehr weniger Druckluft erzeugt als verbraucht wird, weshalb der Druck in dem Punkt C den unteren Druckgrenzwert  $P_{\min}$  erreicht. Aufgrund des Druckverlaufes, der durch in kurzen Zeitabständen zwischen 2 und 3 Sekunden erfolgende Druckänderungsmessungen erfaßt wird, wird in Punkt C aufgrund des direkt vor diesem Punkt liegenden Druckverlaufes, der aus einzelnen Druckveränderungsmessungen als Mittelwert angegeben werden kann, durch die Steuerung S ein erneutes Schalten des Kompressors K1 auf Vollastbetrieb ausgelöst.

Wegen unveränderten Druckluftverbrauches bis zu dem Punkt D steigt der Druck innerhalb des Druckluftnetzes zwischen den Punkten C und D in gleicher Weise an wie zwischen A und B. Bei dem Punkt D erfolgt eine Druckluftverbrauchsverminderung, wodurch der Druckverlauf zwischen den Punkten D und E eine vergrößerte Steigung erhält. Bei Erreichen des oberen Grenzdruckes  $P_{\max}$  in dem Punkt E kann aufgrund der zwischen den Punkten D und E vorhandenen steilen Druckverlaufskurve, die ein Maß für eine erhöhte Überschußförderung ist, die Druckluftförderung vermindert werden. Deshalb wird einerseits der Kompressor K2 vollständig ausgeschaltet und der Kompressor K1 auf Teillast geschaltet. Durch diese Verminderung der Druckluftfördermenge fällt die Druckkurve wieder ab in Richtung auf den unteren Druckgrenzwert  $P_{\min}$ . In dem Punkt F liegt eine weitere Verringerung des Druckluftverbrauches vor, so daß sich die Mängelförderung in eine Überschußförderung wandelt. Dadurch wird erneut in dem Punkt G der maximale Druckgrenzwert erreicht. Die Steuerung reagiert hierauf durch ein vollständiges Abschalten des Kompressors K1, so daß nunmehr lediglich noch die Verdichter K3 und K4 auf Förderbetrieb geschaltet sind.

In dem Punkt H der Druckverlaufskurve erhöht sich der Druckluftverbrauch, wodurch sich die Druckkurve mit verstärkter Neigung dem Punkt I auf den unteren Druckgrenzwert  $P_{\min}$  nähert. Aufgrund des vor dem Punkt I gemessenen erhöhten Druckluftverbrauches wird durch die Steuerung S eine Betriebsumschaltung in der Verdichterstation vorgenommen und die Verdichter K2, K3, K4 und K5 gleichzeitig auf Förderbetrieb geschaltet.

In der Steuereinrichtung S können verschiedene vorgegebene Schaltungsprogramme eingegeben sein, wie sie bei

der Erläuterung der Erfindung sowie in den Ansprüchen im einzelnen angegeben sind.

### Patentansprüche

5    1. Verfahren zum Steuern des Betriebes einer aus insbesondere elektromotorisch angetriebenen, mehreren Verdichtern bestehenden Druckluft-Verdichterstation, bei der die Anzahl der arbeitenden Verdichter dem Druckluftverbrauch anpassbar ist und bei der der Druck der von einem Verbraucher entnehmbaren Druckluft durch die Art des Betriebes und die Anzahl der arbeitenden Verdichter zwischen einem oberen und unteren Grenzwert gehalten wird,

10    **gekennzeichnet durch die Merkmale,**

a) die Förder- und Verbrauchsvolumenströme der Druckluftanlage werden in vorgegebenen kurzen Zeitintervallen ermittelt,

15    b) bei Erreichen des oberen oder unteren Druckgrenzwertes wird ein Signal für eine Veränderung (Veränderungssignal) des Betriebszustandes der Verdichter in der Verdichterstation erzeugt (ausgenommen beim Aufladen des Druckluftnetzes),

c) das Veränderungssignal enthält eine quantitative Angabe über das augenblicklich vorliegende Über- bzw. Unterschub-Druckluftfördervolumenstrommaß (Abweichungsvolumenstrom),

20    d) anhand des Abweichungsvolumens wird der tatsächlich erforderliche Gesamt-Fördervolumenstrom ermittelt,

e) anhand des festgestellten tatsächlich erforderlichen Gesamt-Fördervolumenstromes wird für die Verdichterstation ein diesem Wert möglichst nahe kommender Betriebszustand der Verdichter ausgewählt und eingestellt, wobei bei einem durch einen Förderüberschuß (positives Abweichungsvolumen) bedingten

25    Abweichungsvolumen ein von der Zusammensetzung der Verdichter in der Verdichterstation abhängiger möglichst geringer Fördermangel (negatives Abweichungsvolumen) eingestellt und bei einem durch einen Fördermangel (negatives Abweichungsvolumen) bedingtes Abweichungsvolumen ein von der Zusammensetzung der Verdichter in der Verdichterstation abhängiger möglichst geringer Förderüberschuß eingestellt wird,

f) solange der Betriebsdruck der erzeugten Druckluft innerhalb des Druckluftnetzes außerhalb des von den Druckgrenzwerten begrenzten Bereichs liegt, werden in den Zeitintervallen, in denen die Förder- und Verbrauchsvolumenströme gemessen werden, neue Veränderungssignale erzeugt.

30    2. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß das Abweichungsvolumen ermittelt wird nach der Gleichung

$$V_L - V_V = V_N \times (dp/p_0)/dt$$

35    3. Verfahren nach Anspruch 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

40    daß das Volumen  $V_N$  des Druckluftnetzes in der Gleichung nach Anspruch 2 eine variable Größe darstellt, die durch Druckluftfördermengenveränderungen bei jeweils gleichbleibendem Verbrauch automatisch in vorgebbaren Zeitabständen durch mehrfache wiederholte Auswertung dieser Gleichung bestimmt wird.

45    4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

**dadurch gekennzeichnet,**

daß bei kurzfristigen starken Schwankungen des Betriebsdruckes der Druckluft über ein vorgebares Maß hinaus während des damit verbundenen instabilen Druckzustandes keine Veränderungssignale erzeugt werden.

50    5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß bei einer durch eine Veränderung des Betriebszustandes der einzelnen Verdichter wegen der damit verbundenen Druckschwankung innerhalb der Verdichteranlage kein Veränderungssignal erstellt wird.

55    6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß Prioritäten für den Betriebszustand bei der Schaltung der einzelnen Verdichter vorgegeben sind.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß zuerst der - oder diejenigen Verdichter zum Fördern herangezogen werden, die sich gerade nicht im Stillstand befinden.

- 5   **8.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß in einem Zeitpunkt, in dem ein Verdichter in Betrieb gesetzt werden muß, bei Vorhandensein mehrerer Verdichter gleicher oder gleich schaltbarer Leistung zunächst derjenige Verdichter in Betrieb geschaltet wird, der die längste Stillstandszeit aufzuweisen hat.

- 10   **9.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß für gleiche Fördervolumenstrom-Betriebszustände in vorgebbaren Kalenderzeitabständen jeweils unterschiedliche Verdichter in Arbeitsbetrieb genommen werden.

- 15   **10.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Fördervolumenstrom möglichst von leistungsgleichen Verdichtern der Verdichterstation erzeugt werden.

- 20   **11.** Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß auch zwischen den Druckgrenzwerten Änderungssignale bei über einer vorgebbaren Druckänderungsgeschwindigkeit liegenden Druckverlaufswerten erzeugt werden.

25

30

35

40

45

50

55

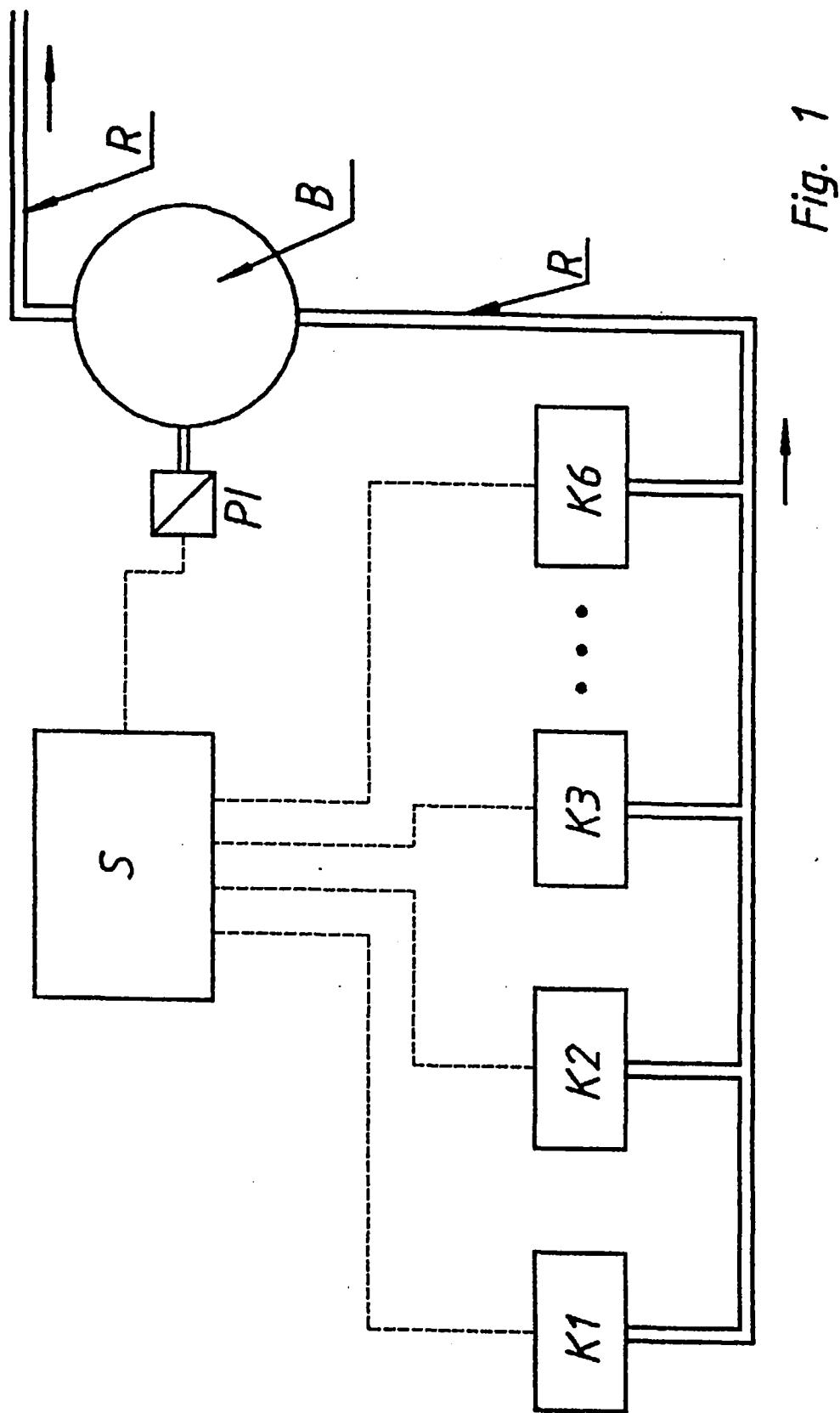
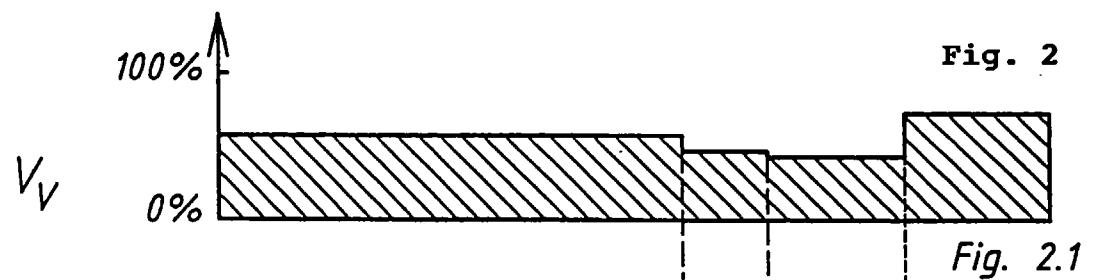
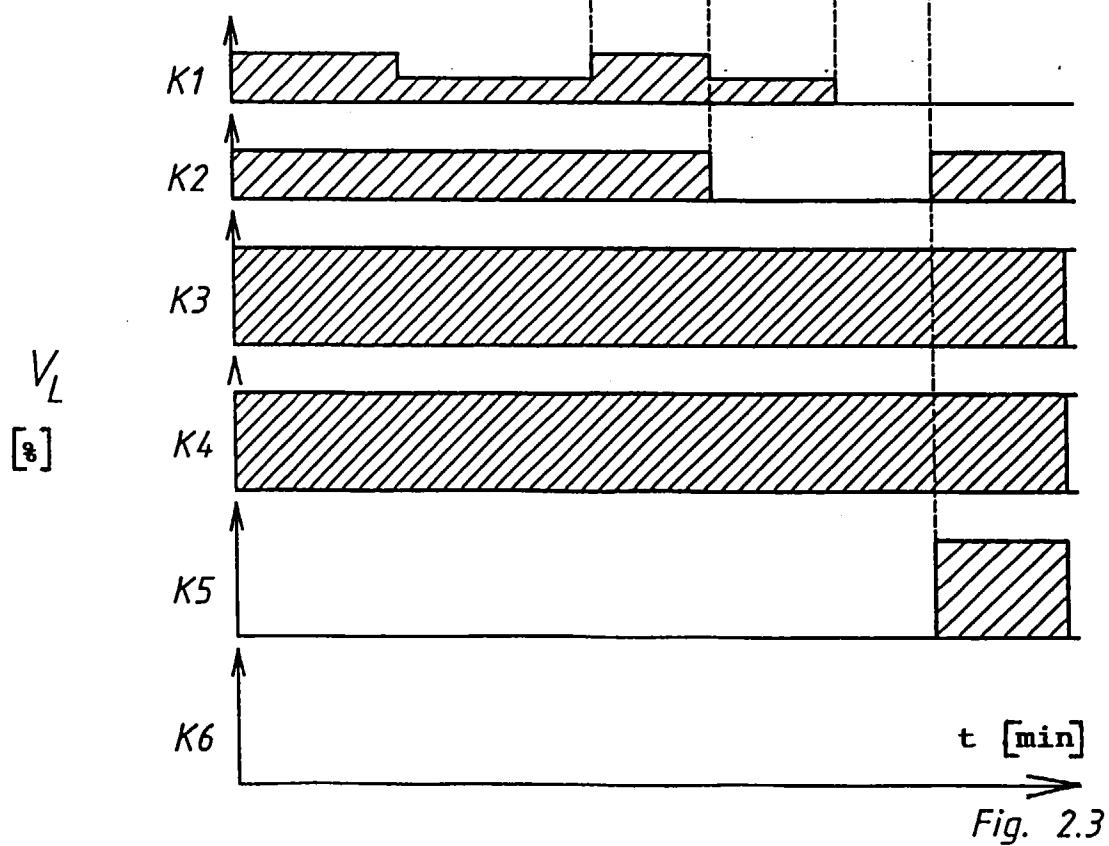
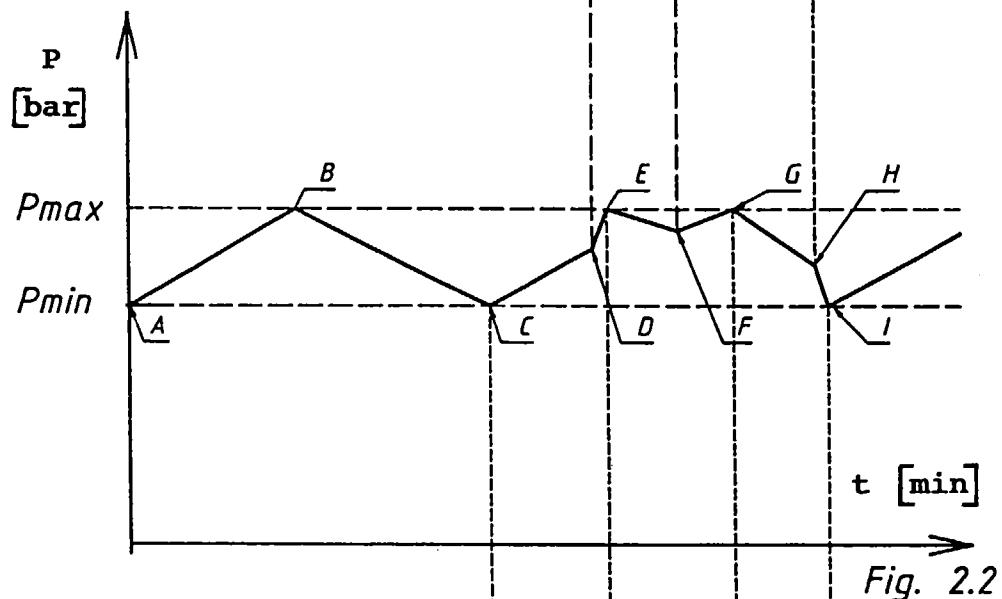


Fig. 1

**Fig. 2**



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 12 0357

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE 92 00 407 U (MTC MIKROTEC GMBH) * Seite 1 – Seite 3; Abbildung 2 * ---	1	F04B49/02
Y,D	DE 32 37 251 A (MAHLE GMBH) * Seite 6 – Seite 10 * ---	1,4-6,10	
Y	US 4 951 475 A (ALSENZ RICHARD H) * Spalte 5, Zeile 54 – Spalte 6, Zeile 30 * * Spalte 7, Zeile 34 – Spalte 8, Zeile 17 * * Abbildungen 1,4 * ---	1,4-6,10	
A	DE 24 12 296 A (RHEINISCHE KALKSTEINWERKE GMBH) * Spalte 1, Zeile 34 – Spalte 2, Zeile 29 * ---	1-3,11	
A	DE 35 00 636 A (HITACHI LTD.) * Seite 10, Zeile 17 – Zeile 22 * ---	1,7,8,10	
A	DE 10 83 478 B (HAGENAH, ERNST-AUGUST) * Spalte 1, Zeile 43 – Spalte 3, Zeile 2 * -----	1,2	<p>RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)</p> <p>F04B F25B</p>
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	17. Februar 1998	Jungfer, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		