



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 001 096 U1**

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 8122/95

(51) Int.Cl.⁶ : **F02D 35/00**

(22) Anmeldetag: 13. 2.1995

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 9.1996

Längste mögliche Dauer: 28. 2.2005

(45) Ausgabetag: 25.10.1996

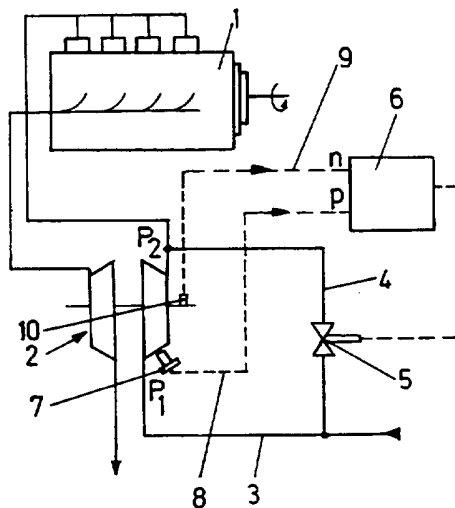
(67) Umwandlung aus Patentanmeldung: 251/95

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

JENBACHER ENERGIESYSTEME AKTIENGESELLSCHAFT
A-6200 JENBACH, TIROL (AT).

(54) EINRICHTUNG ZUM REGELN EINES VERDICHTERS EINES VERBRENNUNGSMOTORS

(57) Einrichtung zum Regeln eines Verdichters eines Verbrennungsmotors mit einer elektrisch ansteuerbaren Stelleinrichtung zum Verstellen des durch den Verdichter strömenden Gasstromes. Im Verdichter (2) ist ein Drucksensor (7) angeordnet. Eine elektronische Regelungseinheit (6) ist vorgesehen, die in Abhängigkeit von den von dem bzw. den Drucksensor(en) (7) abgegebenen Signalen die Stelleinrichtung (5) ansteuert.



AT 001 096 U1

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Regeln eines Verdichters eines Verbrennungsmotors mit einer elektrisch ansteuerbaren Stelleinrichtung zum Verstellen des durch den Verdichter strömenden Gasstromes.

Es ist bereits bekannt, parallel zum Verdichter eine Rückführleitung (Bypass) anzuordnen, die dazu dient, den Gasstrom durch den Verdichter durch Regelung eines in der Rückführleitung angeordneten Ventils so hoch zu halten, daß es bei einem verminderten Bedarf des Verbrennungsmotors (im folgenden kurz Motor genannt) nicht zu instabilen Strömungszuständen im Verdichter (dem sogenannten "Pumpen" (englisch: surging)) kommt. Mittels einer solchen Rückführleitung und einem in dieser angebrachten Ventil wird erreicht, daß die durch den Verdichter strömende Gasmenge (beispielsweise Luft oder ein Verbrennungsgas-Luft-Gemisch) größer ist als die Schluckmenge des Motors. Ist die Öffnung des Ventils zu groß, d. h. fließt zu viel Gas über die Rückführleitung auf die Saugseite des Verdichters zurück, sinkt der Druck auf der Druckseite des Verdichters zu weit ab und der Motor verliert Leistung. Es ist daher nötig, eine präzise Regelung zu schaffen. Nach dem Stand der Technik wird das Ventil in der Rückführleitung in Abhängigkeit von verschiedenen Motorparametern und Umgebungsparametern, beispielsweise der Motorleistung, des Umgebungsluftdruckes, und der Umgebungstemperatur, beispielsweise über ein Kennfeld, gesteuert. Die herkömmliche Kennfeldprogrammierung muß die Toleranzlage verschiedener Turbolader einer Bauart berücksichtigen und bei verschiedenen Luftdrücken und Temperaturen sowie entsprechend unterschiedlichen Höhenlagen des Aufstellungsortes der Motoren bzw. unterschiedlichen klimatischen Bedingungen überprüft werden. Sie muß darüber hinaus für jede Turboladerbauart eigens durchgeführt werden, wodurch sich ein großer Aufwand in der Entwicklung, Wartung und Einstellung der Motoren ergibt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine verhältnismäßig einfache Verdichterregelung zu schaffen, mit der der Verdichter bei

Aufrechterhaltung eines hohen Wirkungsgrades des Motors knapp an der Pumpgrenze betrieben werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies durch mindestens einen im bzw. am Verdichter angeordneten Drucksensor und eine elektronische Regeleinheit, die in Abhängigkeit von den von dem bzw. den Drucksensor(en) abgegebenen Signalen die Stelleinrichtung ansteuert erreicht.

Dadurch, daß der oder die Drucksensoren nicht irgendwo im Ansaugtrakt des Motors, sondern direkt im bzw. am Verdichter angeordnet ist (sind), ist es möglich, das pumpen im Verdichter selbst zu erkennen, und zwar sogar bevor es voll auftritt bzw. im Anfangsstadium.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden in der nachfolgenden Figurenbeschreibung näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt schematisch einen Motor mit einem Verdichter und einem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Regeln des Verdichters, die Fig. 2 zeigt einen teilweisen Längsschnitt durch einen Verdichter mit möglichen Stellen für die Anordnung der Drucksensoren, die Fig. 3 zeigt einen schematischen Querschnitt durch den Verdichter mit der eingezeichneten Lage eines Drucksensors, die Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel der elektronischen Regeleinheit, und die Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der elektronischen Regeleinheit.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist im Ansaugtrakt des Motors 1 ein Verdichter 2, vorzugsweise ein Abgasturbolader angeordnet. Über die Leitung 3 strömt ein Verbrennungsgas-Luft-Gemisch in den Turbolader 2 und wird dort vom Eingangsdruck p_1 auf einen höheren Druck p_2 verdichtet. Um das Auftreten von Pumpen zu vermeiden, ist parallel zum Verdichter 2 eine Rückführleitung 4 angeordnet, in der

als Stelleinrichtung 5 ein elektrisch verstellbares Ventil angeordnet ist. Dieses Ventil 5 wird über eine elektronische Regeleinheit 6 erfindungsgemäß in Abhängigkeit von Signalen gesteuert, die ein im bzw. am Verdichter selbst angeordneter Drucksensor 7 über eine Signalleitung 8 an die Regeleinheit 6 abgibt. Als weiteres Eingangssignal kann der Regeleinheit 6 über eine Signalleitung 9 ein der Drehzahl des Verdichters entsprechendes Signal zugeführt werden, welches von der Einrichtung 10 zum Erfassen der Drehzahl (pick-up) erzeugt wird.

In Fig. 2 sind mögliche Lagen der Drucksensoren 7 im Verdichtergehäuse 2a gezeigt. Es ist möglich, nur einen der in Fig. 2 eingezeichneten Drucksensoren 7 vorzusehen. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, zwei oder mehrere Drucksensoren anzuordnen. Die Drucksensoren 7 sind vorteilhaft in einer Öffnung im Gehäuse 2a des Verdichters druckdicht gehalten, vorzugsweise von außen in diese Öffnung eingeschraubt und erfassen den Druck im Inneren des Verdichters selbst.

Der Verdichter kann ein rotierendes Verdichterrad 12 mit mehreren Schaufeln 11 aufweisen, wobei zwischen den Schaufeln einzelne Zellen 13 liegen. Die Drucksensoren sind günstigerweise so angeordnet, daß sie den Druck in diesen Zellen 13 zwischen den Schaufeln 11 erfassen.

Die Drucksensoren detektieren die Drücke in den verschiedenen Zellen 13 des Verdichterlaufrades 12. Bei steigendem Ladedruck auf der Druckseite des Verdichters (Druck p_2) kommt es zunehmend zu Strömungsablösungen in den Zellen des Verdichterrades und damit zu Druckschwankungen, die detektiert werden können. In Fig. 3 sind die Bereiche unterschiedlichen Drucks einmal punktiert und einmal strichliert eingezeichnet. Vorzugsweise wird der Druck also direkt in den Zellen 13 gemessen (Stellen A, B in Fig. 2), da in diesem Fall instabile Strömungszustände erfaßt werden können, bevor es zum Rückströmen von Gas entgegen der regulären Strömungsrichtung kommt, bevor es also zum eigentlichen Auftreten des Pumpens kommt. Dies erlaubt eine unkomplizierte und präzise Verdich-

terregelung, welche das Auftreten von Pumpen zuverlässig vermeidet. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, den Druck im Verdichter direkt am Eingang (Stelle C) zu detektieren. Über eine schnelle elektronische Regelung können dann auch in diesem Fall noch Korrekturmaßnahmen, nämlich das Öffnen des Ventils 5 vorgenommen werden, um ein starkes Auftreten von Pumpen zu vermeiden. Der Vorteil der erfindungsgemäßen Regelung besteht im wesentlichen darin, daß ohne Kennfeldprogrammierung eine Stelleinrichtung (beispielsweise das Ventil 5) entsprechend dem Niveau der tatsächlichen Druckschwankungen im bzw. am Eingang des Verdichters so geregelt werden kann, daß der Motor den erforderlichen Ladedruck bekommt, ohne daß es zum störenden Pumpen des Verdichters kommt.

Grundsätzlich gibt es zahlreiche Möglichkeiten, die vom Drucksensor abgegebenen Signale in der elektronischen Regeleinheit auszuwerten. In den Fig. 4 und 5 sind zwei mögliche Ausführungsbeispiele dargestellt.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Maß der Druckschwankungen erfaßt und in Abhängigkeit von diesen eine Regelung des Ventils vorgenommen. Im einzelnen ist dazu ein Mittelwertbildner 14 vorgesehen, dem eine Differenzstufe 15 nachgeschaltet ist. In der Differenzstufe 14 wird die Differenz zwischen dem aktuellen Drucksignal und dem Druckmittelwert gebildet und ein dieser Differenz proportionales Signal auf Leitung 16 abgegeben. Im eigentlichen Regelglied 17 wird dann dieses Signal mit einem vorzugsweise einstellbaren Sollwert p_0 , der über eine Leitung 18 zugeführt werden kann, verglichen und in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis auf der Leitung 18 ein Ausgangssignal zum Verstellen der Stelleinrichtung 5 (Ventil) abgegeben.

Bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Erkenntnis ausgenutzt, daß das Pumpen als instabiler Strömungszustand nicht symmetrisch über das ganze Laufrad verteilt auftritt, sondern nur als plötzlich auftretendes Rückströmen bzw. Strömungsablösen in einen oder wenigen Zellen

erfolgt. Man kann daher die Frequenz der Druckschwankungen zur gemessenen Verdichterdrehzahl ins Verhältnis setzen und daraus die Anzahl der Zellen ermitteln, bei denen sich während einer vollen Umdrehung unterschiedliche Drücke einstellen. Auf der Basis dieser Größe kann dann eine Regelung vorgenommen werden. Im einzelnen ist in Fig. 5 ein Drehzahlaufbereitungsglied 19 vorgesehen, das auf der Ausgangsleitung 20 ein der Drehzahl entsprechendes Frequenzsignal abgibt. Das Drucksignal wird zunächst über einen Bandpassfilter 21 geführt. In einer weiteren Stufe 22 wird dann die Grundfrequenz f_0 aus dem so aufbereiteten Signal ermittelt (die Grundfrequenz ist die tiefste Frequenz im Frequenzspektrum deren Amplitudenanteil oberhalb einer bestimmten Schwelle liegt). Aus dem Verhältnis der Grundfrequenz der Druckschwankungen zur Laderdrehzahl kann man über ein Regelglied 23 durch Vergleich mit einem einstellbaren Sollwert C auf Leitung 24 eine Regelung des Ventils 5 vornehmen.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Sie eignet sich für die verschiedensten Verdichter, beispielsweise axiale und zentrifugale Kompressoren. Außerdem ist es möglich, anstelle eines Ventils in der Rückführleitung andere Stellglieder vorzusehen, die den Gasstrom durch den Verdichter beeinflussen können. Beispielsweise ist es möglich ein Ventil zu steuern, das auf der Druckseite nach dem Verdichter Gas abbläst. Es sind aber auch Einlaßdrosseln vor dem Verdichter oder Auslaßdrosseln nach dem Verdichter grundsätzlich denkbar und möglich, um eine Pumpregelung zu verwirklichen. Im Hinblick auf einen hohen Wirkungsgrad des Motors wird allerdings die oben beschriebene Rückführleitung mit einem geregelten Ventil die bevorzugte Ausführungsform sein.

A n s p r ü c h e :

1. Einrichtung zum Regeln eines Verdichters eines Verbrennungsmotors mit einer elektrisch ansteuerbaren Stelleinrichtung zum Verstellen des durch den Verdichter strömenden Gasstromes, gekennzeichnet durch mindestens einen im bzw. am Verdichter (2) angeordneten, den Druck im Inneren des Verdichters erfassenden Drucksensor (7) und eine elektronische Regeleinheit (6), die in Abhängigkeit von den von dem bzw. den Drucksensor(en) (7) abgegebenen Signalen die Stelleinrichtung (5) ansteuert.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Drucksensoren (7) in einer Öffnung im Gehäuse (2a) des Verdichters (2) druckdicht gehalten ist (sind), vorzugsweise von außen in diese Öffnung eingeschraubt ist (sind).
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Verdichter (2) ein rotierendes Verdichterrad (12) mit mehreren Schaufeln (11) und dazwischenliegenden Zellen (13) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Drucksensor (7) den Druck in den Zellen (13) erfaßt.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdichter (2) ein Abgas-Turbolader ist.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zum Verdichter (2) eine Rückführleitung (4) angeordnet ist und die Stelleinrichtung (5) ein verstellbares Ventil in dieser Rückführleitung ist.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinheit (6) einen Mittelwertbildner (14) und eine nachgeschaltete Differenzstufe umfaßt, in der ein der Differenz zwischen aktuellem Druck und dem Druckmittelwert proportionales Signal gebildet wird, und daß weiters ein Regelglied (17) vorgesehen ist, das dieses Signal mit einem vorzugsweise einstellbaren Sollwert (p_0) vergleicht und in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis ein Ausgangssignal zum Verstellen der Stelleinrichtung (5) abgibt.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (10) zum Erfassen der Drehzahl des Verdichterlaufrades (12), welche über eine Signalleitung (9) ein der Drehzahl entsprechendes elektrisches Signal an die Regeleinheit (6) abgibt.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinheit (6) eine Einrichtung (21, 22) zum Ermitteln der Grundfrequenz des vom Drucksensor (7) erfaßten Druckverlaufs und weiters ein Regelglied (23) aufweist, das das Verhältnis aus der genannten Grundfrequenz und der Drehzahl des Verdichterlaufrades (12) mit einem vorzugsweise einstellbaren Sollwert (c) vergleicht und in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis ein Ausgangssignal zum Verstellen der Stelleinrichtung (5) abgibt.

Aufrechterhaltung eines hohen Wirkungsgrades des Motors knapp an der Pumpgrenze betrieben werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies durch mindestens einen im bzw. am Verdichter angeordneten, den Druck im Inneren des Verdichters erfassenden Drucksensor und eine elektronische Regeleinheit, die in Abhängigkeit von den von dem bzw. den Drucksensor(en) abgegebenen Signalen die Stelleinrichtung ansteuert erreicht.

Dadurch, daß der oder die Drucksensoren nicht irgendwo im Ansaugtrakt des Motors, sondern direkt im bzw. am Verdichter angeordnet ist (sind), ist es möglich, das pumpen im Verdichter selbst zu erkennen, und zwar sogar bevor es voll auftritt bzw. im Anfangsstadium.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden in der nachfolgenden Figurenbeschreibung näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt schematisch einen Motor mit einem Verdichter und einem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung zum Regeln des Verdichters,

die Fig. 2 zeigt einen teilweisen Längsschnitt durch einen Verdichter mit möglichen Stellen für die Anordnung der Drucksensoren,

die Fig. 3 zeigt einen schematischen Querschnitt durch den Verdichter mit der eingezeichneten Lage eines Drucksensors,

die Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel der elektronischen Regeleinheit, und

die Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der elektronischen Regeleinheit.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist im Ansaugtrakt des Motors 1 ein Verdichter 2, vorzugsweise ein Abgasturbolader angeordnet. Über die Leitung 3 strömt ein Verbrennungsgas-Luft-Gemisch in den Turbolader 2 und wird dort vom Eingangsdruck p_1 auf einen höheren Druck p_2 verdichtet. Um das Auftreten von Pumpen zu vermeiden, ist parallel zum Verdichter 2 eine Rückführleitung 4 angeordnet, in der

Fig. 1

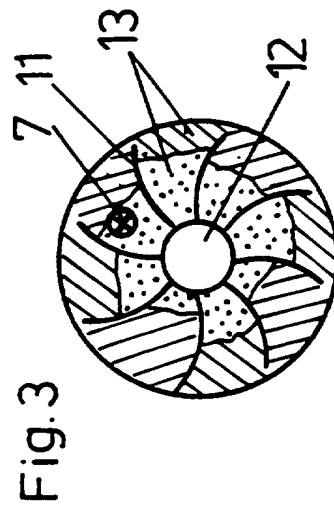
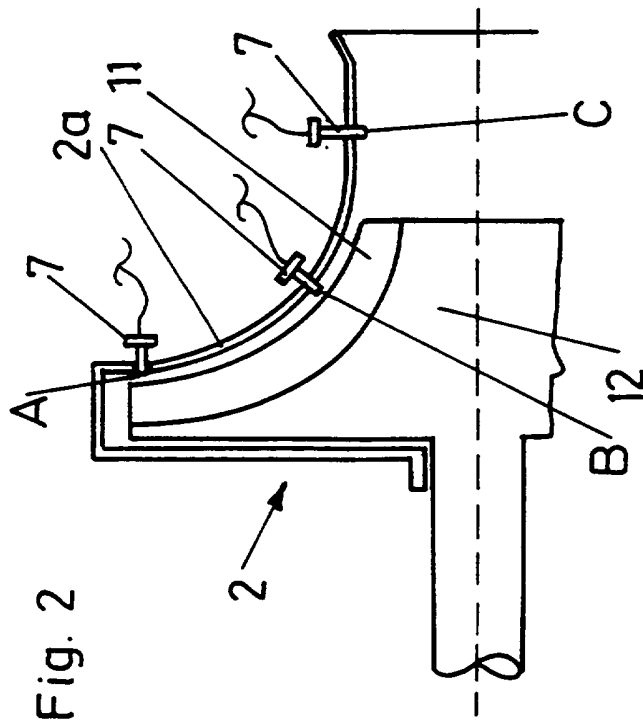
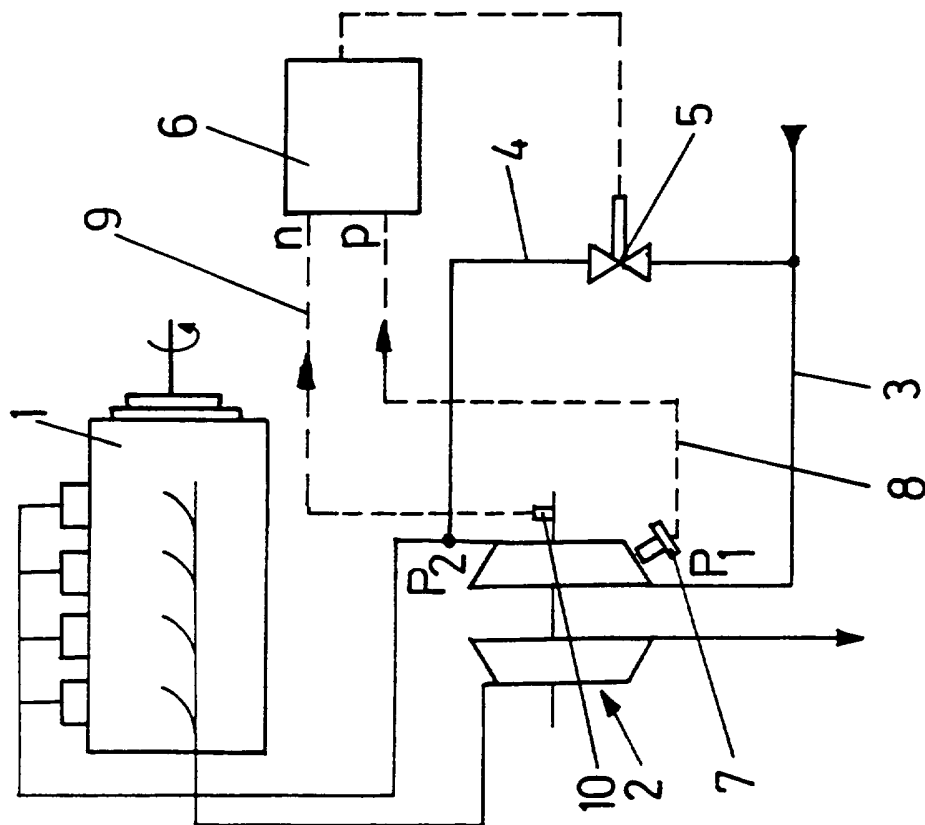


Fig. 4

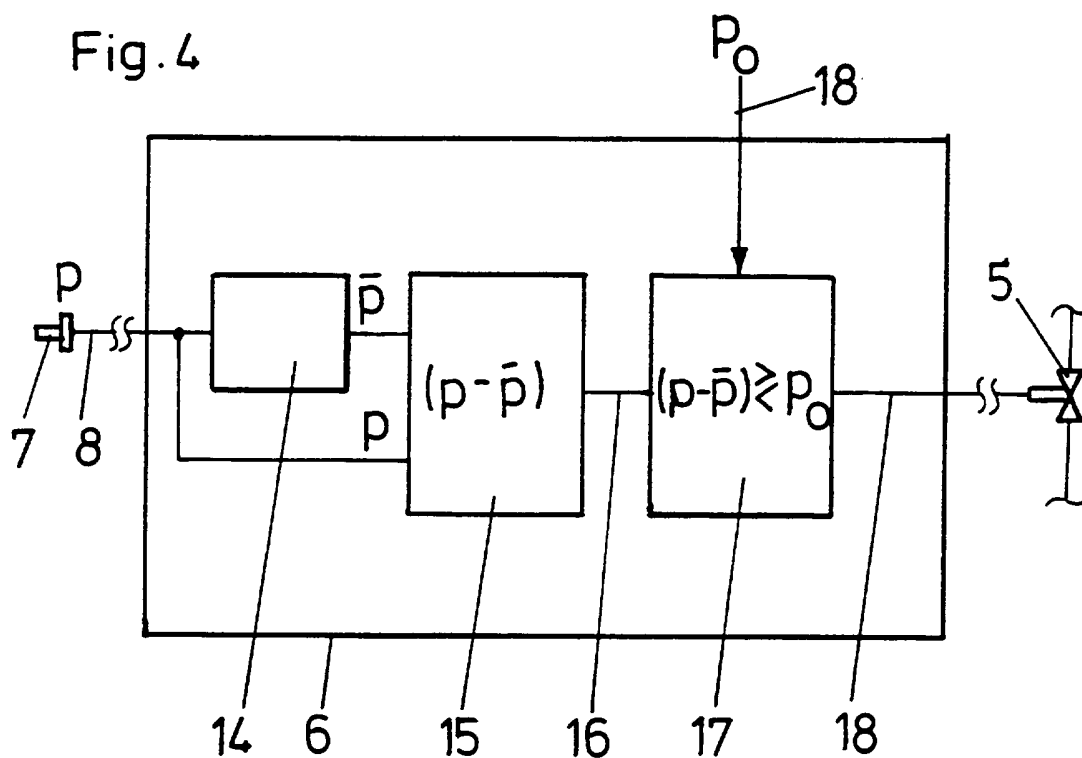
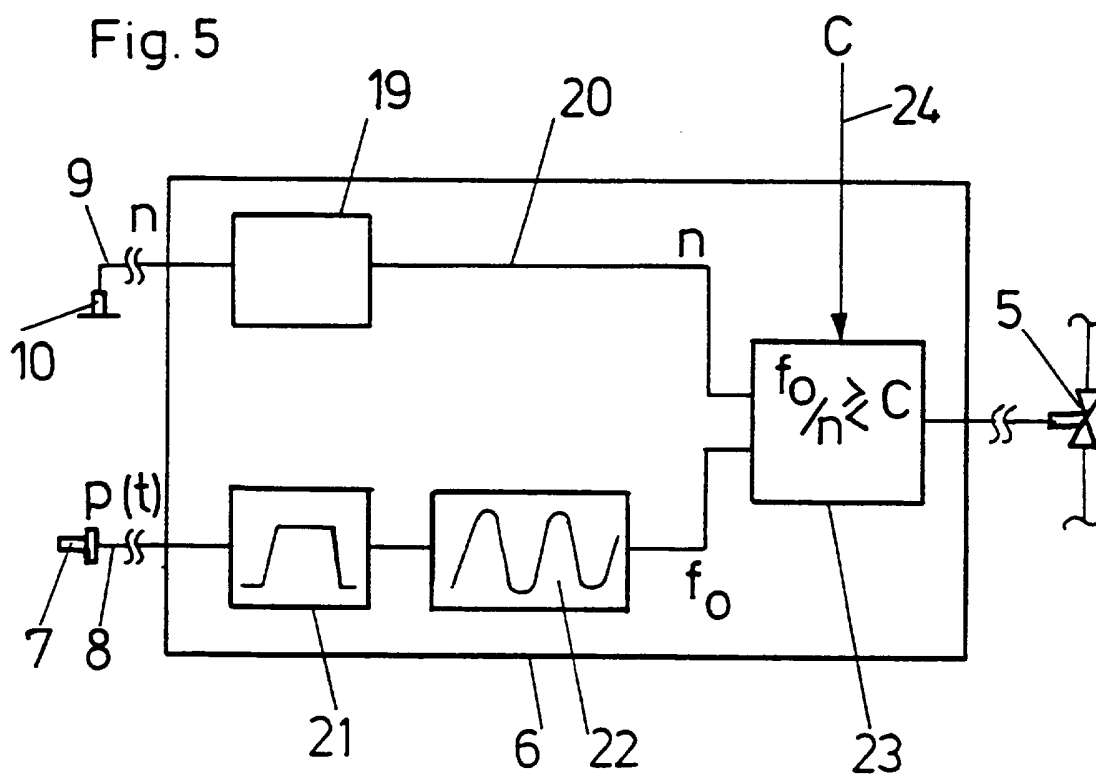


Fig. 5



Beilage zu GM 8122/95-2 , **Ihr Zeichen:** 40167

Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC⁶: F 02 D 35/00

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): F 02 D

Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, PAJ

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 - 14 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Hochschüler-schaft TU Wien Wirtschaftsbetriebe GmbH im Patentamt betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax Nr. 0222 / 533 05 54) oder telefonisch (Tel. Nr. 0222 / 534 24 - 153) **Kopien** der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Anfrage gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte "**Patentfamilien**" (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt. Diesbezügliche Ankünfte erhalten Sie unter Telefonnummer 0222 / 534 24 - 132.

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich)	Betreffend Anspruch
A	WO 91/18192 A1 (VOLVO), 28. November 1991 (28.11.91) *Anspruch 1, Fig.1 und 2* -----	1-8
☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt		
Kategorien der angeführten Dokumente (dient in Anlehnung an die Kategorien der Entgegenhaltungen bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur raschen Einordnung des ermittelten Stands der Technik, stellt keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar): "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. "Y" Veröffentlichung von Bedeutung, die Erfindung kann nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden. "P" zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (älteres Recht) "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist.		
Ländercodes: AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland; EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan; RU = Russische Föderation; SU = Ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA); WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-Appl. Codes.		

Erläuterungen und sonstige Anmerkungen zur ermittelten Literatur siehe Rückseite!

Datum der Beendigung der Recherche: 13. Mai 1996

Bearbeiter/in:

Dipl.Ing. Fastenbauer e.h.

Erläuterungen / ~~Gründe~~

Das zitierte Dokument ist aus dem ersten Vorbescheid zur ursprünglichen Patentanmeldung A 251/95 bekannt.

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt