



(11)

EP 0 757 180 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.02.1997 Patentblatt 1997/06

(51) Int. Cl.⁶: **F04D 27/02**

(21) Anmeldenummer: 96110205.0

(22) Anmeldetag: 25.06.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE GB IT LI NL

**(71) Anmelder: MAN Gutehoffnungshütte
Aktiengesellschaft
46145 Oberhausen (DE)**

(30) Priorität: 01.08.1995 DE 19528253

**(72) Erfinder: Blotenberg, Wilfried, Dr.-Ing.
46535 Dinslaken (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben von Strömungsmaschinen mit Reglern mit hoher Proportionalverstärkung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vermeidung von Reglerinstabilitäten an Pumpengrenzregelungen zum Schützen eines Turboverdrichters (1) vor Pumpen bei groß gewählter Proportionalverstärkung des Pumpengrenzreglers (41) mittels Abblasen über ein Abblaseventil (2).

Die zeitliche Steuerung der Schließgeschwindigkeit des Abblaseventiles (2) erfolgt durch einen asymmetrisch aufgebauten Gradientenbegrenzers (50), wobei in Öffnungsrichtung keine zeitliche Begrenzung wirk-

sam ist, in Schließrichtung jedoch eine bei parametrierbarer zeitlichen Begrenzung des Schließvorganges des Abblaseventiles (2) vorgesehen ist.

Der Gradientenbegrenzer (50) ist zwischen Pumpengrenzregler (41), der die Regelsignale über Durchfluß-Istwert (31) und Durchfluß-Sollwert (33) von einem Subtrahierer (34) erhält und der Steuerleitung (22) für eine pneumatische oder hydraulische Betätigungseinrichtung (21) des Abblaseventiles (2) geschaltet.

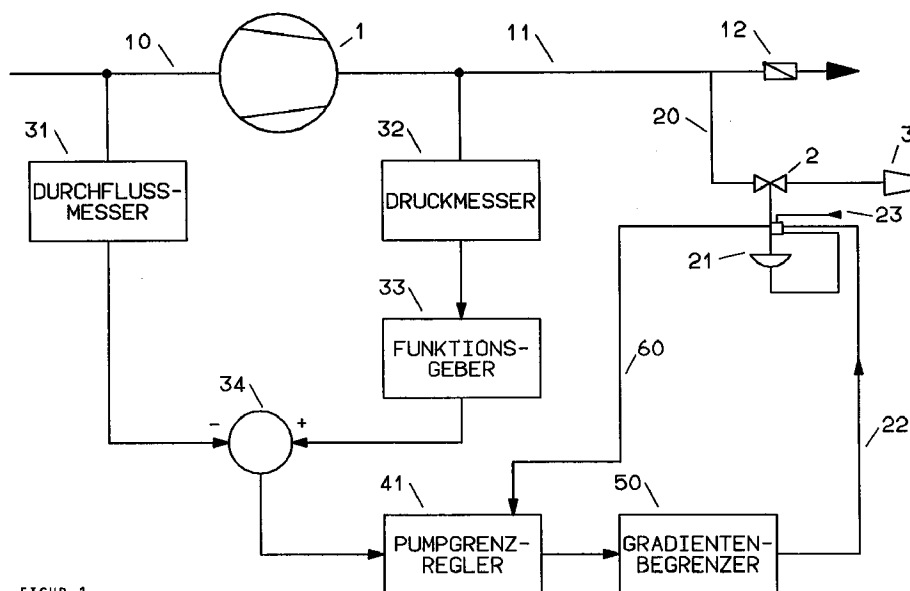


FIGURE 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben von Strömungsmaschinen zur Vermeidung von Reglerinstabilitäten mit hoher Proportionalverstärkung des Reglers mittels Abblasens über ein Abblaseventil, wobei in dem Verfahren aus Meßwerten zumindest für den Verdichterdurchfluß und Verdichtendruck sowie aus vorgegebenen bzw. vorgebbaren Sollwerten ein Regelparameter bestimmt wird, anhand dessen durch einen Pumpgrenzregler eine sofortige Öffnung des Abblaseventiles mittels einer pneumatischen oder hydraulischen Betätigungseinrichtung über ein Druckmedium erfolgt.

Pumpgrenzregelungen sind dadurch charakterisiert, daß sie besonders schnell öffnende Regelventile benötigen.

Aus der Fachliteratur ist bekannt, daß zum Erreichen einer guten Reglerstabilität gleiche Stelldynamik der Stellventile mit möglichst kurzen Stellzeiten in Öffnungsrichtung und Schließrichtung erforderlich ist. Dieses bedeutet, daß ein Abblaseventil, welches, bedingt durch die Prozeßanforderungen, schnell öffnen muß, zum Erreichen einer guten Reglerstabilität auch schnell schließen soll.

In der Praxis hat man festgestellt, daß eine gewisse Unsymmetrie zwischen Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit nicht störend ist. So werden schon seit jeher Drosseln in den Ölkreislauf hydraulischer Pumpgrenzregler oder Abblaseventile bzw. in die Zuluftversorgung von pneumatischen Abblaseventilen eingebaut. Da die Antriebe dieser Abblaseventile generell so aufgebaut sind, daß eine Feder die Abblaseventile öffnet und das Schließen der Abblaseventile durch Öl- oder Luftdruck erreicht wird, wird zum Öffnen der Abblaseventile Steuermedium (Öl oder Luft) abgesteuert, zum Schließen jedoch Steuermedium aus der Versorgungsleitung zugeführt. Wird nun konstruktiv sichergestellt, daß die freien Querschnitte in Öffnungsrichtung sehr groß sind, in Schließrichtung jedoch eine Drosselstelle vorgesehen ist, erhält man ein unsymmetrisches Stellverhalten. Dieses Stellverhalten wird eingesetzt, um Maschinengefährdungen durch schnellschließende Abblaseventile zu vermeiden. In aller Regel werden die Drosseln derart dimensioniert, daß das Abblaseventil in ca. 20 Sek. von der ganz geöffneten in die ganz geschlossene Stellung gefahren wird.

Einzige Aufgabe dieser Drosseln ist es, bei einem Eingriff von Hand in den Regelkreis zu vermeiden, daß aufgrund einer Fehlbedienung die Abblaseventile in 1 - 2 Sek. geschlossen sind und damit der Turbokompressor in den instabilen Bereich geraten kann. Schließen die Abblaseventile dagegen in 20 Sekunden, hat das Bedienungspersonal auch bei einer Fehlbedienung noch ausreichend Gelegenheit, den Bedienungsfehler zu korrigieren, bevor das Abblaseventil ganz geschlossen ist.

Es ist offensichtlich, daß die Drosselstellen im Zulauf des Steuermediums nicht beliebig klein werden

dürfen. Es besteht bei zu engen Drosselstellen die Gefahr, daß sich enge Querschnitte durch kleine Schmutzpartikel verstopfen und damit jegliche Abblaseventilverstellung unterbleibt. Aus diesem Grunde sind praktisch längere Stellzeiten als 20 Sek. für den gesamten Schließvorgang nicht realisierbar.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß diese Unsymmetrie für das Regelverhalten und die Reglerstabilität nicht unzulässig schädlich ist.

Aus der DE 26 23 899 ist ein Pumpgrenzregler bekannt, der einen nichtlinearen Verstärker aufweist. Dieser nichtlineare Verstärker hebt die Regelkreisverstärkung beim Überschreiten der Abblaseventile um mehr als 2 % um den Faktor 5 an. Da die Pumpgrenzregler nur dann optimal arbeiten, wenn sie im Normalbetrieb mit max. zulässiger Verstärkung betrieben werden, bedeutet diese Verstärkungsanhebung um 5, daß der Regler mit dieser hohen Verstärkung instabil arbeitet.

Eine weitere wesentliche Verbesserung des gesamten Regelkreisverhaltens wird dadurch erreicht, daß ein nachführbarer Integralregler eingesetzt wird. Dieses Verfahren ist in der DE 38 09 881 beschrieben. Es wird stets der Ausgang des Reglers mit der aktuellen Stellung des Abblaseventils verglichen.

Die im Regelverfahren verwendete Regeldifferenz e ist definiert als Differenz zwischen dem Durchfluß-Sollwert W und dem Durchfluß-Istwert X , d.h. $e = W - X$. Ein negatives Vorzeichen der Regeldifferenz e bedeutet demnach, daß sich der Arbeitspunkt des Kompressors im sicheren Arbeitsbereich befindet, während ein positives Vorzeichen der Regeldifferenz e bedeutet, daß der Arbeitspunkt die Abblaselinie nach links, d.h. in Richtung auf die Pumpgrenze zu überschritten hat. Überschreitet der Arbeitspunkt die Pumpgrenze, kommt es zu einem Pumpen des Kompressors. Weichen diese Regeldifferenzen unzulässig voneinander ab, wird der Regler auf Nachführbetrieb geschaltet und sein Ausgang auf die aktuelle Abblase-Ventilstellung umgeschaltet. Hierdurch wird sichergestellt, daß die Stellgröße des Pumpgrenzreglers nicht wesentlich von der Stellung des Ventils abweicht.

Es sind Anwendungen bekannt, in denen die Stellung des Ventils nicht gemessen wird oder innerhalb der Regelung nicht zur Verfügung steht. Um auch in diesen Fällen ein "Auseinanderlaufen" von Reglerausgang und begrenzter Stellgröße zu verhindern, kann statt einer Rückmeldung der aktuellen Ventilstellung auch die begrenzte Stellgröße auf den Regler zurückgemeldet werden. Dieses führt letztendlich zu den gleichen Ergebnissen wie eine Rückmeldung der Ventilstellung.

Bei schnellen Prozeßstörungen wird das Verhalten des Pumpgrenzreglers im wesentlichen durch seine Proportionalverstärkung bestimmt. Je höher die Proportionalverstärkung gewählt ist, um so größer ist die Änderung des Reglerausgangssignals und damit der Stellung des Abblaseventiles. Ein weiter öffnendes Abblaseventil ist eher in der Lage, einen Kompressor vor Pumpen zu schützen als ein nur wenig öffnendes.

Die Proportionalverstärkung kann aber nicht beliebig groß gewählt werden, da dies zu Instabilitäten des Regelkreises führt. Ursache für diese Instabilitäten sind unvermeidbare Verzögerungen in der Regelstrecke.

Es stellt sich daher die Aufgabe, ein Verfahren der gattungsgemäßen Art derart weiterzubilden, um das Regelverhalten eines Turbokompressors dadurch zu verbessern, daß die Proportionalverstärkung deutlich angehoben werden kann, ohne daß der Regelkreis instabil wird bzw. zu Schwingungen des Regelorganes (Abblaseventil) neigt.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt in der Weise, wie es im Hauptanspruch angegeben ist, die Unteransprüche 2 - 6 stellen vorteilhafte Verfahrensschritte dar, die Ansprüche 7 - 11 kennzeichnen die erfindungsgemäßen Merkmale der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Durch eine Unsymmetrie für das Stellverhalten des Abblaseventiles wird ein langsames Schließen und schnelles Öffnen des Abblaseventiles erreicht.

Das Stabilitätsverhalten vom Pumpgrenzregelkreisen läßt sich erfindungsgemäß dadurch positiv beeinflussen, daß eine elektronische Begrenzung der Schließgeschwindigkeit des Abblaseventiles vorgenommen wird. Infolgedessen können Pumpgrenzregler mit deutlich höherer Proportionalverstärkung stabil betrieben werden. Hierzu wird in den Ausgang des Pumpgrenzreglers ein elektronischer Gradientenbegrenzer eingefügt. Dieser Gradientenbegrenzer ist asymmetrisch aufgebaut, d. h. in Öffnungsrichtung des Abblaseventils ist keinerlei zeitliche Begrenzung wirksam, in Schließrichtung wird jedoch eine frei parametrierbare zeitliche Begrenzung des Schließvorganges des Abblaseventiles vorgesehen bzw. programmiert. Beste praktische Ergebnisse haben sich mit Öffnungszeiten von 1 Sekunde und Schließzeiten von mehr als 5 Minuten ergeben. Mit dieser Realisierung lassen sich durchaus Schließzeiten von 10 Minuten oder mehr einstellen.

Eine Pumpgrenzregelung mit einer solchen Gradientenbegrenzung ist weitgehend unabhängig gegenüber sehr hoch eingestellten Reglerverstärkungen. Eine sehr hoch gewählte Reglerverstärkung führt zwangsläufig dazu, daß der Regelkreis instabil wird. Ohne diese Begrenzung würde der Reglerausgang und damit die Ventilstellung schwingen. Mit dieser Begrenzung im Reglerausgang würde sich diese Schwingung jedoch auf die erste Halbwelle beschränken, d. h., die zu hohe Verstärkung würde zwar das Abblaseventil weiter als ein optimal eingestellter Regler öffnen, der anschließende schnelle Schließvorgang würde jedoch unterbleiben, und das Ventil würde nur mit dem eingestellten Gradienten, d. h. langsam, schließen.

In der Praxis wird die Zeit, die erforderlich ist, um das Abblaseventil in die gewünschte Zielposition zu fahren, ausreichen, um die Prozeßstörung, welche den Reglerausschlag bewirkt hat, zum Abklingen zu bringen. Sollte dies nicht der Fall sein, kann es zu einem erneuten Eingreifen des Reglers in Richtung Ventilöffnung kommen. Dieses führt dann dazu, daß das Ventil

erneut eine heftige Öffnungsbewegung ausführt und sich der zuvor beschriebene Vorgang nochmals wiederholt. In den meisten Fällen ist die Störung nach einigen Reglerausschlägen abgeklungen. Als Freiheitsgrad steht hier der frei einstellbare Gradient in Schließrichtung des Ventils zur Verfügung, der derart gewählt werden kann, daß diese Forderung erfüllt wird.

Bei zu hoch eingestellter Proportionalverstärkung und falsch gewähltem Gradienten kann dies dazu führen, daß ein Abgleich unterbleibt und sich der beschriebene Vorgang periodisch wiederholt. Ohne die erfindungsgemäße Erweiterung führt ein solcher Vorgang zu sehr heftigen Dauerschwingungen von z. B. 1 - 3 Sek. Periodendauer und großer Amplitude. Wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren z. B. eine Schließzeit von 10 Min. gewählt, und das Abblaseventil führt während des instabilen Vorgangs einen Hub von 10 % durch, dann bedeutet dies, daß die Periodendauer auf 1 Min. vergrößert wird. Eine solche Instabilität, die zudem noch sägezahnförmig abläuft, ist prozeßtechnisch wesentlich eher akzeptabel als eine 1 - 3 Sekunden-schwingung mit deutlich größeren Ventilausschlägen.

Der Hauptvorteil der Erfindung liegt darin, daß deutlich größere Proportionalverstärkungen wählbar sind. Dadurch greift der Pumpgrenzregler bei einer Prozeßstörung deutlich kräftiger ein und schützt den Kompressor wesentlich besser vor Pumpen.

Den Stellgrößenbegrenzer hat man sich als Funktionsblock vorzustellen, dessen Ausgang im stationären Betriebsfall stets gleich seinem Eingang ist. Dies gilt auch für dynamische Vorgänge in Richtung Ventilöffnung. Stellbefehle in Schließrichtung werden ebenfalls unbeeinflusst vom Eingang auf den Ausgang durchgeschaltet, solange der Gradient für die Stellgrößenänderung kleiner ist als der eingestellte Grenzwert. Erfolgt diese Änderung des Einganges mit einem steileren Gradienten, ändert sich die Ausgangsgröße mit dem als Parameter eingestellten Gradienten solange, bis der Gradient des Eingangs kleiner ist als die eingestellte Grenze.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann der Gradient umschaltbar gemacht werden. Dies wird erforderlich, wenn in einem größeren Abstand des Arbeitspunktes von der Pumpgrenze eine schnellere Schließgeschwindigkeit zugelassen wird und in der Nähe der Pumpgrenze auf eine langsamere Geschwindigkeit umgeschaltet wird. Dieser Fall tritt ein, wenn sich der Arbeitspunkt beispielsweise mehr als 20 % entfernt von der Abblaselinie befindet, dann kann das Ventil mit einer Stellzeit von z. B. 20 Sekunden oder sogar 1 Sekunde für den gesamten Hub schließen; nähert sich der Arbeitspunkt jedoch dichter der Abblaselinie und unterschreitet die 20-%-Grenze, dann wird beispielsweise auf eine Stellzeit von 5 Min. für den gesamten Hub umgeschaltet.

Erfindungsgemäß sind auch mehrere Schaltstufen möglich oder es kann auch ein stetig veränderbarer Grenzwert für den Gradienten gewählt werden, der eine Funktion von der Regeldifferenz, dem Abstand zwi-

schen Arbeitspunkt und Abblaselinie, ist.

Die Erfindung wird anhand von schematischen Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltschema zur Vermeidung von Reglerinstabilitäten,

Fig. 2 ein Schaltbild des elektronischen Gradientenbegrenzers.

Entsprechend Fig. 1 ist der Turboverdichter (1) ansaugseitig mit einer Ansaugleitung (10) verbunden. Abgabeseitig ist der Turboverdichter (1) mit einer Abgabeleitung (11) verbunden, die über eine Rückschlagklappe (12) das von dem Turboverdichter (1) verdichtete Medium zu einem nachgeschalteten Prozeß leitet. Vor der Rückschlagklappe (12) zweigt von der Abgabeleitung (11) eine Abblaseleitung (20) ab, in welche ein Abblaseventil (2) mit Schalldämpfer (3) mit einer pneumatischen oder hydraulischen Betätigungseinrichtung (21) eingeschaltet ist, die mit einer Steuerleitung (22) verbunden ist.

Ansaugseitig wird mittels eines mit der Ansaugleitung (10) verbundenen Durchflußmessers (31) der zum Verdichter (1) strömende Durchfluß des zu verdichtenden Mediums erfaßt. Mittels eines mit der Abgabeleitung (11) verbundenen Druckmessers (32) ist der Verdichterenddruck erfaßbar. Dem Druckmesser (32) ist ein Funktionsgeber (33) nachgeschaltet, der anhand von gespeicherten Daten den jeweils einem bestimmten Druck zugeordneten, gerade noch zulässigen Minimaldurchflußwert für den Verdichter (1) ausgibt. Der vom Durchflußmesser (31) aktuell gemessene Durchfluß-Istwert und der vom Funktionsgeber (32) ausgegebene Durchfluß-Sollwert werden einem Subtrahierer (34) zugeführt, in welchem die Differenz aus diesen durch Subtrahieren des Istwertes vom Sollwert gebildet wird.

Der in dem Subtrahierer (34) erzeugte Regelparameter wird auf einen Pumpgrenzregler (41) gegeben, der dem Subtrahierer (34) nachgeschaltet ist.

Der Pumpgrenzregler (41) sorgt für eine kontinuierliche Regelung, d. h. eine exakte Verstellung des Abblaseventiles (2) in Abhängigkeit von der Lage des Arbeitspunktes im Kennfeld. Hierzu wirkt der Ausgang des Pumpgrenzreglers (41) über einem Gradientenbegrenzer (50) und über eine Steuerleitung (22) auf die Betätigungseinrichtung (21) des Abblaseventiles (2).

Von der Betätigungseinrichtung (21) mit einem Stellungsregler führt eine Druckmedienversorgung (23) zu einer nicht eigens dargestellten Kolben-Zylinder-Einheit oder Membran-Einheit für die Erzeugung der Kraft für die Verstellbewegung des Abblaseventiles (2) in Schließ- und Öffnungsrichtung. Die Kraft für die Verstellbewegung des Abblaseventiles (2) in Öffnungsrichtung wird aus Sicherheitsgründen allgemein mittels eines Kraftspeicherelementes, z. B. einer gespannten Feder erzeugt, um bei Ausfall der Regelung ein selbst-

tätiges Öffnen des Abblaseventiles (2) sicherzustellen.

Der Ausgang der Steuerleitung (22) wirkt auf eine pneumatische bzw. hydraulische Betätigungseinrichtung (21). Hierdurch wird das Abblaseventil (2) bei einer Prozeßstörung durch Absenken des Steuersignals in Öffnungsrichtung verstellt, bis der Verdichter-Arbeitspunkt in den sicheren Kennfeldbereich wieder zurückgesetzt wird mit nur von der konstruktiven Gestaltung von Ventil (2) und Antrieb (21) abhängigen Stellgeschwindigkeit.

Sollte der Pumpgrenzregler (41) dabei zu heftig reagieren und das Abblaseventil (2) zu weit geöffnet haben, steigt das Ausgangssignal des Pumpgrenzreglers (41) wieder an. Der Gradientenbegrenzer (50) begrenzt den Anstieg des Steuersignals (22) auf den eingestellten Grenzwert und bewirkt damit eine zeitverzögerte Schließung des Abblaseventiles (2) aus der zuletzt erreichten Stellung.

Um zu verhindern, daß das Ausgangssignal des Pumpgrenzreglers (41) bei einem Eingriff des Gradientenbegrenzers (50) der Stellung des Ventils (2) unzulässig vorausseilt, wird die Stellung des Ventiles (2) über die Rückführleitung (60) an den Pumpgrenzregler (41) zurückgeführt. Der Pumpgrenzregler (41) begrenzt nunmehr intern seine Ausgangsgröße durch Nachführen auf die Ventilstellung. Bei fehlender Positionsmessung am Ventil (2) kann auch das Steuersignal (22) auf den Pumpgrenzregler (41) rückgeführt werden.

Der erfindungsgemäße, elektronische Gradientenbegrenzer (50) ist im Detail in Fig. 2 dargestellt. Er besteht aus dem Signaleingangsbaustein, einem Stellfaktor oder Gain (51), einem Begrenzer (52) sowie einem Integrierer (53). Von der Steuerleitung (22) zweigt nach dem Integrierer (53) eine Rückkoppelungsleitung (54) ab, die direkt mit dem Stellfaktor oder Gain (51) verbunden ist. Die Grenzwerte für die Gradienten werden als oberer und unterer Grenzwert des Begrenzers (52) eingestellt.

Für den Gradientenbegrenzer (50) und den Pumpgrenzregler (41) können vorteilhaft an sich bekannte Komponenten verwendet werden, so daß die Durchführung des Verfahrens und die Herstellung einer hierfür geeigneten Vorrichtung vergleichsweise einfach und kostengünstig sind.

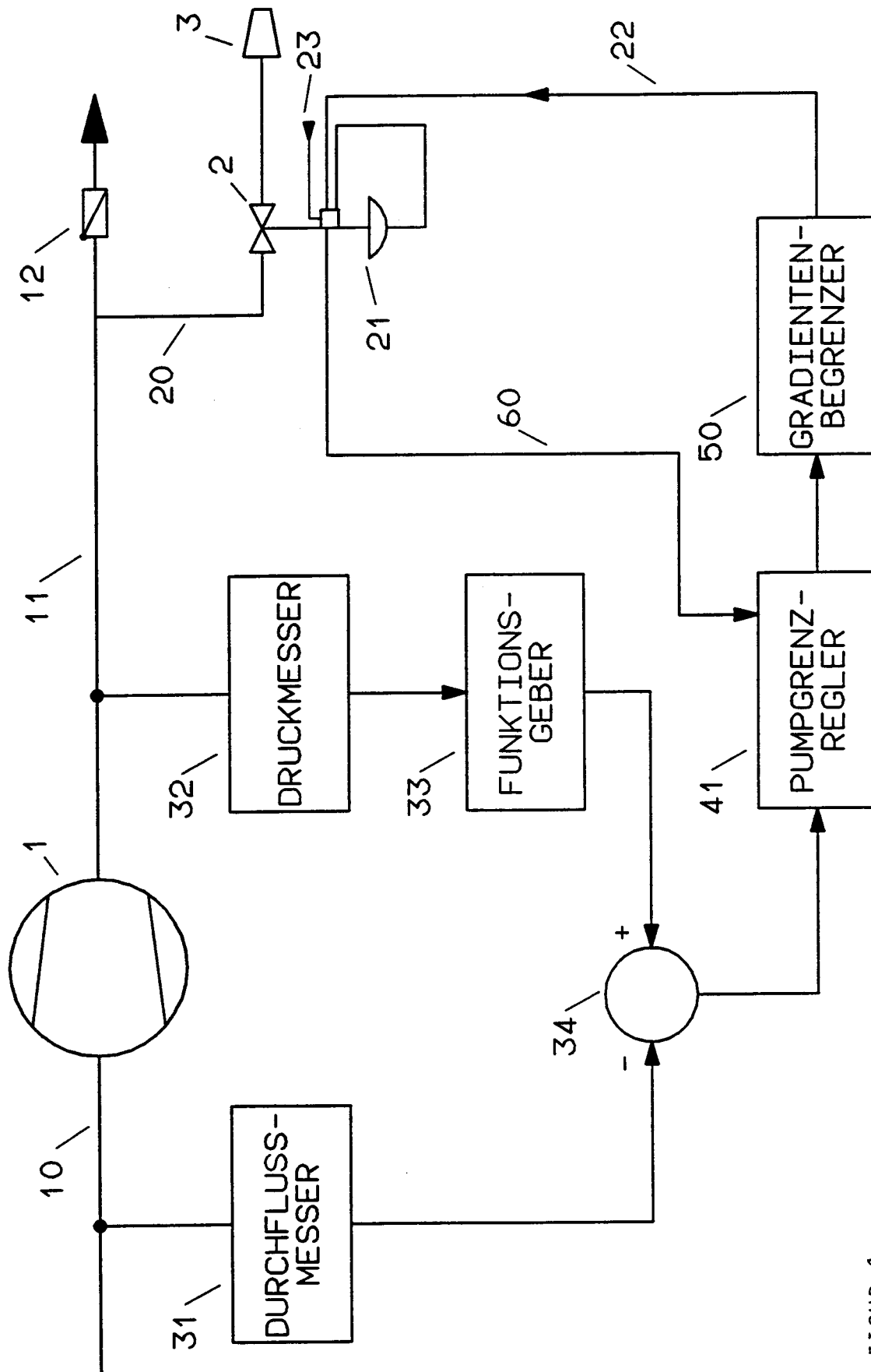
Bezugsziffernliste:

1	Turboverdichter
2	Abblaseventil
3	Schalldämpfer
10	Ansaugleitung
11	Abgabeleitung
12	Rückschlagklappe
20	Abblaseleitung
21	pneumatische/hydraulische Betätigungseinrichtung
22	Steuerleitung
23	Druckmedienleitung
31	Durchflußmesser

32	Druckmesser	
33	Funktionsgeber (Durchfluß-Sollwert)	
34	Subtrahierer	
41	Pumpgrenzregler	
50	Gradientenbegrenzer	5
51	Stellfaktor/Gain	
52	Begrenzer	
53	Integrierer	
54	Rückkoppelung	
60	Rückführung der Ventilposition	10

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben von Strömungsmaschinen zur Vermeidung von Reglerinstabilitäten an Pumpgrenzregelungen mit hoher Proportionalverstärkung des Reglers mittels Abblasens über ein Abblaseventil, wobei in dem Verfahren aus Meßwerten zumindest für den Verdichterdurchfluß und Verdichterenddruck sowie aus vorgegebenen bzw. vorgebaren Sollwerten ein Regelparameter bestimmt wird, anhand dessen durch einen Pumpgrenzregler eine sofortige Öffnung des Abblaseventiles mittels einer pneumatischen oder hydraulischen Betätigungseinrichtung über ein ein Druckmedium erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß eine elektronische Begrenzung der Schließgeschwindigkeit des Abblaseventiles (2) durch einen asymmetrisch aufgebauten Gradientenbegrenzer (50) vorgenommen wird, wobei in Öffnungsrichtung des Abblaseventiles (2) keine zeitliche Begrenzung wirksam ist, in Schließrichtung jedoch eine frei parametrierbare zeitliche Begrenzung des Schließvorganges des Abblaseventiles (2) vorgesehen bzw. einprogrammiert wird.
 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch einen umschaltbaren Gradientenbegrenzer (50) bei einem größeren Abstand des Arbeitspunktes von der Pumpgrenze eine schnellere Schließgeschwindigkeit zugelassen und in der Nähe der Pumpgrenze eine langsamere Schließgeschwindigkeit des Abblaseventiles (2) erreicht wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch einen Gradientenbegrenzer (50) mit mehreren Schaltstufen die Schließgeschwindigkeit bei Annäherung des Arbeitspunktes an die Abblaselinie schrittweise reduziert wird.
 4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch einen stetig veränderbaren Grenzwert des Gradienten bei Annäherung des Arbeitspunktes an die Abblaselinie die Schließgeschwindigkeit des Abblaseventiles (2) stetig reduziert wird.
 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellung des Abblaseventiles (2) auf den Pumpgrenzregler (41) rückgekoppelt wird.
 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal der Steuerleitung (22) auf den Pumpgrenzregler (41) rückgekoppelt wird.
 7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 6, wobei die Vorrichtung einen Pumpgrenzregler für eine Verstellung eines Abblaseventiles über ein Druckmedium mittels einer pneumatischen oder hydraulischen Betätigungseinrichtung mit einem Stellungsregler mit einer Kolben-Zylinder-Einheit bzw. einer Membran-Zylinder-Einheit sowie mit einer Steuerungsleitung für eine bedarfsweise Betätigung des Abblaseventiles in Öffnungs- bzw. Schließrichtung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Pumpgrenzregler (41) und Steuerleitung (22) ein elektronischer Gradientenbegrenzer (50) zwischengeschaltet ist.
 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Gradientenbegrenzer (50) aus einem Stellfaktor (51), Begrenzer (52) und Integrierer (53) besteht.
 9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Integrierer (53) eine Rückkoppelung (54) zu dem Stellfaktor (51) abzweigt.
 10. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der pneumatischen/hydraulischen Betätigungseinrichtung (21) des Abblaseventiles (2) und dem Pumpgrenzregler (41) eine Rückführleitung (60) für Anzeige der Ventilposition angeordnet ist.
 11. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerleitung (22) über die pneumatische/hydraulische Betätigungseinrichtung (21) mit der Rückführleitung (60) gekoppelt ist.



FIGUR 1

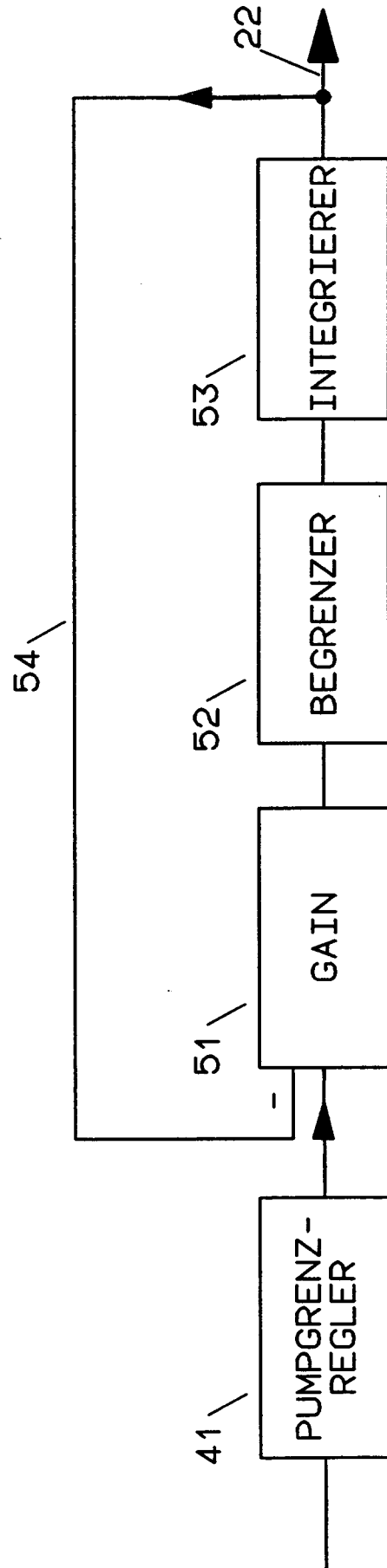


FIGURE 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 0205

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 477 055 (FRAMATOME) * das ganze Dokument *	1	F04D27/02
A	EP-A-0 336 092 (MAN GUTEHOFFNUNGSHÜTTE) * das ganze Dokument *	1	
A,D	DE-A-38 09 881 (MAN GUTEHOFFNUNGSHÜTTE) * das ganze Dokument *	1,7,10	
A,D	DE-A-26 23 899 (GUTEHOFFNUNGSHÜTTE STERKRADE)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13.November 1996	Prüfer Teerling, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)