

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen pneumatischen Stellungsregler für einen pneumatischen Stellantrieb, dessen Stellgröße einer einstellbaren Sollwertgröße nachgeregelt wird, insbesondere zur Positionierung von membran- und kolbenbetätigten Regelventilen proportional zu einem pneumatischen Eingangssignal. Ein solches pneumatisches Eingangssignal ist beispielsweise ein Sollwert-Druck von 0,2 bis 1 Bar.

Bekannt sind Regelgeräte mit offenen Systemen aus Düse und Prallplatte zur Vorsteuerung eines pneumatischen Verstärkerventils, das den Kolben- oder Membranantrieb ansteuert, mit Druckluft. Derartige Vorsteuersysteme sind mit einer permanenten Abluft an der Vorsteuerung (Düse-Prallplatte) behaftet, was zu einem erheblichen Druckluftverlust führt.

Durch die Erfindung wird ein pneumatischer Stellungsregler geschaffen, der keine permanenten Druckluftverluste aufweist.

Gemäß der Erfindung ist der pneumatische Stellungsregler mit drei Hauptkomponenten versehen, nämlich:

- einem Vergleichler, der die Stellgröße mit der Sollwertgröße vergleicht und eine Differenzgröße ausgibt;
- einem ersten Ventil, das im Strömungsweg von einer pneumatischen Druckquelle zum Stellantrieb liegt, im Ruhezustand geschlossen ist und durch die Differenzgröße ansteuerbar ist;
- einem zweiten Ventil, das im Strömungsweg von einer Entlastungsöffnung des Stellantriebs zu einer Drucksenke liegt, im Ruhezustand geschlossen ist und durch die Differenzgröße ansteuerbar ist.

Ferner ist der Stellungsregler durch folgende Zustände gekennzeichnet:

- das erste Ventil ist geöffnet und das zweite Ventil geschlossen, wenn die Stellgröße zu klein ist;
- das zweite Ventil ist geöffnet und das erste Ventil geschlossen, wenn die Stellgröße zu groß ist; und
- beide Ventile sind geschlossen, wenn die Stellgröße innerhalb einer vorbestimmten Schwankungsbreite der Sollwertgröße entspricht.

Da in dem letztgenannten Zustand, in dem keine Positionskorrektur erforderlich ist, beide Ventile geschlossen sind, wird ein permanenter Druckluftverlust vermieden.

Bei der bevorzugten Ausführungsform ist ein Weg/Kraft-Wandler vorgesehen, der die Stellgröße in eine Istwert-Kraft umsetzt, und die Sollwertgröße ist

durch eine Sollwert-Kraft gebildet, die in dem Vergleichler mit der Istwert-Kraft verglichen wird. Ein Kräftevergleich erlaubt eine einfache mechanische Umsetzung der Vergleichsfunktion, die darüberhinaus unmittelbar in eine Schaltbewegung zur Ansteuerung der Ventile umgesetzt werden kann. Wenn bei dieser Lösung der Sollwert ein pneumatisches Eingangssignal ist, wird dieses durch einen Druck/Kraft-Wandler in die Sollwert-Kraft umgesetzt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung sind die beiden Ventile durch ein Doppeldüsensystem verwirklicht. Dieses Doppeldüsensystem enthält zwei im Abstand voneinander einander gegenüberliegend angeordnete Düsen und zwei zwischen den Düsen angeordnete Schließkörper, die durch eine gemeinsame Druckfeder oder zwei getrennte Druckfedern auseinander und gegen je ein zugeordnetes Düsenende gedrückt werden. Ein solches Doppeldüsensystem ist sehr einfach und kostengünstig zu verwirklichen; es erlaubt auch eine einfache Ansteuerung mittels einer Schaltbewegung in jeweils einer von zwei entgegengesetzten Richtungen.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer Ausführungsform des pneumatischen Stellungsreglers unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen. In diesen Zeichnungen zeigen:

Figur 1 ein Blockdiagramm des pneumatischen Stellungsreglers;

Figur 2 eine schematische Schnittansicht eines Doppeldüsensystems;

Figur 3a und 3b zwei Schaltzustände des Doppeldüsensystems.

Der pneumatische Stellungsregler ist besonders zur Positionierung von membran- oder kolbenbetätigten Regelventilen proportional zu einem pneumatischen Eingangssignal geeignet. Der Regelkreis des Stellungsreglers enthält zunächst einen pneumatischen Stellantrieb 10 mit einem Stellelement 12 in Form einer Betätigungsstange, welche die Stellgröße an das den Durchfluß des Ventils, Schiebers oder dergleichen bestimmende Element ankoppelt. Der Stellantrieb 10 weist eine druckbeaufschlagte Membran 14 auf, mit der das Stellelement 12 verbunden ist.

Die Hubbewegung H des Stellelements 12 wird über ein Getriebe, vorzugsweise ein Kurvengetriebe mit auswechselbaren Kurvenscheiben, dem einen Ende einer Druckfeder 16 aufgegeben, deren anderes Ende den einen Arm 18a eines zweiarmigen Hebels 18 belastet, der in seiner Mitte schwenkbar gelagert ist. Ein Druck/Kraft-Wandler 20 mit einer durch einen Sollwert-Druck p_{soll} beaufschlagten Membran 22 drückt auf denselben Hebelarm 18a wie die Druckfeder 16, aber in entgegengesetzter Richtung. Die durch die Druckfeder

16 auf den Hebelarm 18a ausgeübte Kraft, die mit F_{ist} bezeichnet ist, wird im Fangbereich des Regelkreises mit der über die Membran 22 ausgeübten, entgegengesetzten Kraft F_{soll} "verglichen", indem sich ein Gleichgewicht zwischen diesen Kräften einstellt. Der Druck/Kraft-Wandler 20 bildet also mit der Druckfeder 16 einen Sollwert/Istwert-Vergleicher, der in Figur 1 in einer Umrahmung 24 dargestellt ist und als Differenzgröße eine Schwenkbewegung des Hebels 18 in der einen oder anderen Richtung ausgibt. In diesem Vergleich bildet die Druckfeder 16 mit dem ihr vorgelagerten Kurvengetriebe, das durch einen Balken 26 symbolisiert ist, einen Weg/Kraft-Wandler, der den Hub H des Stellelements 12 in die Istwert-Kraft F_{ist} umsetzt.

Der zweite Hebelarm 18b des Hebels 18 setzt die von dem Vergleichler 24 abgegebene Differenzgröße in eine Schaltbewegung X_d um, die in einer von zwei entgegengesetzten Richtungen erfolgt. Je nach Richtung dieser Schaltbewegung wird eines von zwei Ventilen 28, 30 eines pneumatischen Steuersystems angesteuert, das in Figur 1 in einer Umrahmung 32 dargestellt ist. Im eingeregelter Zustand, wenn also die vom Vergleichler 24 abgegebene Differenzgröße gleich 0 ist oder einen vorgegebenen Schwellwert nicht überschreitet, sind beide Ventile 28, 30 geschlossen. Bei Ansteuerung des einen oder anderen Ventils 28, 30 durch eine vom Hebelarm 18b vermittelte Schaltbewegung in der einen oder anderen Richtung wird das betreffende Ventil geöffnet, während das andere Ventil geschlossen bleibt.

Das Ventil 30 liegt im Strömungsweg zwischen einer pneumatischen Druckquelle, die einen Druck P_v abgibt, und der Druckkammer des Stellantriebs 10, durch welche die Membran 14 mit Druck P_a beaufschlagt wird. Das Ventil 28 liegt im Strömungsweg zwischen einer Druckentlastungsöffnung des Stellantriebs 10 und einer Drucksenke R, beispielsweise der freien Atmosphäre.

Im eingeregelter Zustand sind Istwert-Kraft und Sollwert-Kraft gleich, der Vergleichler 24 liefert die Differenzgröße 0, und beide Ventile 28, 30 sind geschlossen. Die Druckkammer des Stellantriebs 10 ist geschlossen, und die Membran 14 verbleibt in einer Stellung, die durch den Druck in der Druckkammer des Stellantriebs 10 bestimmt ist. Wenn über das Stellelement 12 eine Störung vermittelt wird, verändert sich die Istwert-Kraft F_{ist} , und der zweiarmige Hebel 18 wird verschwenkt. Je nach Bewegungsrichtung wird das Ventil 28 oder das Ventil 30 geöffnet, während das andere geschlossen bleibt. Wird beispielsweise die Istwert-Kraft F_{ist} größer, so wird das Ventil 28 geöffnet, und die Druckkammer des Stellantriebs 10 wird zur Drucksenke R geöffnet, so daß die über die Membran 14 auf das Stellelement 12 ausgeübte Kraft abnimmt, bis ein Gleichgewicht zwischen Sollwert-Kraft und Istwert-Kraft erreicht wird und das Ventil 28 wieder schließt. Wird hingegen die Istwert-Kraft F_{ist} kleiner, so öffnet das Ventil 30, der Druck in der Druckkammer des Stellantriebs 10

nimmt zu, und die Istwert-Kraft F_{ist} wird erhöht, bis das Gleichgewicht wiederhergestellt ist, woraufhin das Ventil 30 schließt.

Bei einer Veränderung des Sollwert-Drucks P_{soll} treten prinzipiell die gleichen Funktionen auf. Wird beispielsweise die Sollwert-Kraft F_{soll} größer, öffnet das Ventil 30, und die Istwert-Kraft F_{ist} nimmt zu, bis das Gleichgewicht wiederhergestellt ist. Bei Verkleinerung des Sollwert-Drucks öffnet hingegen das Ventil 28, und die Istwert-Kraft F_{ist} nimmt entsprechend ab, bis das Gleichgewicht wiederhergestellt ist und das Ventil 28 schließt.

Es ist somit ersichtlich, daß im eingeregelter Zustand beide Ventile 28, 30 geschlossen bleiben können, so daß ein permanenter Druckluftverlust vermieden wird.

Die beiden Ventile 28, 30 werden bei der bevorzugten Ausführungsform durch das in Figur 2 schematisch dargestellte Doppeldüsensystem verwirklicht. Zwei Düsen 40, 42 sind coaxial im Abstand voneinander angeordnet und ragen mit ihren Düsenenden in eine Kammer 44, die einen Anschluß A nach außen aufweist. In der Kammer ist zwischen den einander zugewandten Düsenenden ein Anschlaggehäuse 46 angeordnet, in dem zwei plättchenförmige Schließkörper 48, 50 verschiebbar aufgenommen und geführt sind. Die Schließkörper 48, 50 werden durch eine gemeinsame Druckfeder 52 auseinander und in Richtung gegen das jeweils zugeordnete Düsenende gedrückt. Das Anschlaggehäuse 46 ist mit Anschlägen 54, 56 versehen, gegen die die Druckfeder 52 die Schließkörper 48, 50 drückt, deren Abstand voneinander jedoch etwas größer ist als der Abstand der Düsenenden voneinander, so daß bei dem in Figur 2 gezeigten Ruhezustand der Schließkörper 48 dichtend am Düsenende der Düse 40 und der Schließkörper 50 dichtend am Düsenende der Düse 42 anliegt.

Der Anschlagkörper 46 ist an den Hebelarm 18b angekoppelt und wird durch diesen gegen die Düse 40 oder die Düse 42 bewegt, wie in Figur 2 durch einen Doppelpfeil angedeutet ist. Der Anschluß A ist mit der Druckkammer des pneumatischen Stellantriebs 10 (Figur 1) verbunden. Die Düse 40 ist an die pneumatische Druckquelle P_v und die Düse 42 an die Drucksenke R angeschlossen. Die Düse 40 mit dem Schließkörper 48 bildet somit das Ventil 30 in Figur 1, und die Düse 42 mit dem Schließkörper 50 bildet das Ventil 28. Der Anschluß A ist mit der Druckkammer des pneumatischen Stellantriebs 10 verbunden. Man sieht, daß nur eine Verbindung erforderlich ist.

Die möglichen Schaltzustände des Doppeldüsensystems sind in den Figuren 3a und 3b veranschaulicht. In Figur 3a ist das Anschlaggehäuse 46 gegen die Düse 40 bewegt, die geschlossen bleibt, während die Düse 50 geöffnet wird, da der Schließkörper 50 am Anschlag 54 gehalten wird. Bei der in Figur 3 gezeigten, entgegengesetzten Bewegung des Anschlaggehäuses 46 ist die Düse 40 geöffnet, während die Düse 42 geschlos-

sen bleibt.

Patentansprüche

1. Pneumatischer Stellungsregler für einen pneumatischen Stellantrieb, dessen Stellgröße einer einstellbaren Sollwertgröße nachgeregelt wird, mit:
 - einem Vergleichler, der die Stellgröße mit der Sollwertgröße vergleicht und eine Differenzgröße ausgibt; 5
 - einem ersten Ventil, das im Strömungsweg von einer pneumatischen Druckquelle zum Stellantrieb liegt, im Ruhezustand geschlossen ist und durch die Differenzgröße ansteuerbar ist; 10
 - einem zweiten Ventil, das im Strömungsweg von einer Entlastungsöffnung des Stellantriebs zu einer Drucksenke liegt, im Ruhezustand geschlossen ist und durch die Differenzgröße ansteuerbar ist; 15
wobei:
 - das erste Ventil geöffnet und das zweite Ventil geschlossen ist, wenn die Stellgröße zu klein ist; 20
 - das zweite Ventil geöffnet und das erste Ventil geschlossen ist, wenn die Stellgröße zu groß ist; und 25
 - beide Ventile geschlossen sind, wenn die Stellgröße innerhalb einer vorbestimmten Schwankungsbreite der Sollwertgröße entspricht. 30
2. Stellungsregler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Weg/Kraft-Wandler die Stellgröße in eine Istwert-Kraft umsetzt und die Sollwertgröße durch eine Sollwert-Kraft gebildet ist, die in dem Vergleichler mit der Istwert-Kraft verglichen wird. 35
3. Stellungsregler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwertgröße durch einen Sollwert-Druck gebildet ist, der durch einen Druck/Kraft-Wandler in die Sollwert-Kraft umgesetzt wird. 40
4. Stellungsregler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleichler als Differenzgröße eine mechanische Schaltgröße abgibt. 45
5. Stellungsregler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanische Schaltgröße eine Schaltbewegung in einer von zwei entgegengesetzten Richtungen ist. 50
6. Stellungsregler nach den Ansprüchen 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltbewegung an einem ersten Arm eines schwenkbar gelagerten zweiarmigen Hebels abgenommen wird, auf dessen zweiten Arm die Sollwert-Kraft und gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung die Istwert-Kraft einwirkt. 55
7. Stellungsregler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ableitung der Istwert-Kraft eine Druckfeder an ihrem ersten Ende mit einem an den Stellantrieb angeschlossenen Stellglied gekoppelt ist und mit ihrem zweiten Ende den zweiten Arm des Hebels beaufschlagt.
8. Stellungsregler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckfeder über wechselbare Kurvenscheiben mit dem Stellglied gekoppelt ist.
9. Stellungsregler nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Ventil durch ein Doppeldüsensystem gebildet sind, das zwei im Abstand voneinander einander gegenüberliegend angeordnete Düsen und zwei zwischen den Düsen angeordnete Schließkörper aufweist, die durch eine Druckfeder auseinander und gegen je ein zugeordnetes Düsenende gedrückt werden.
10. Stellungsregler nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schließkörper in einem Anschlaggehäuse verschiebbar aufgenommen und geführt sind, das Anschlaggehäuse zwei Anschläge für die Schließkörper aufweist, deren Abstand voneinander wenig größer ist als der Abstand zwischen den Düsenenden, und das Anschlaggehäuse mit den durch die Druckfeder gegen die Anschläge beaufschlagten Schließkörpern entsprechend der Differenzgröße gegen das eine oder das andere Düsenende beweglich ist.

Fig. 1

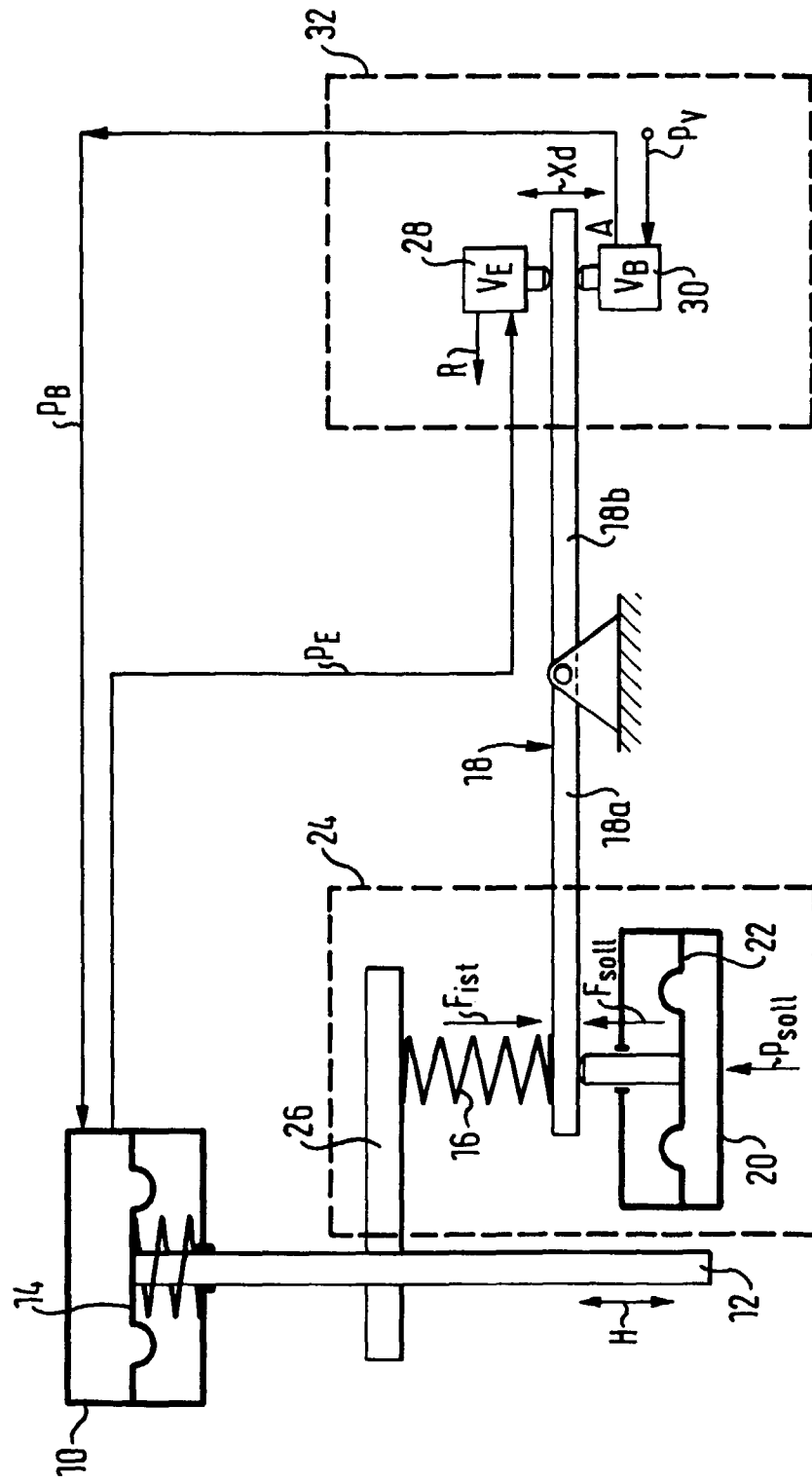


Fig. 2

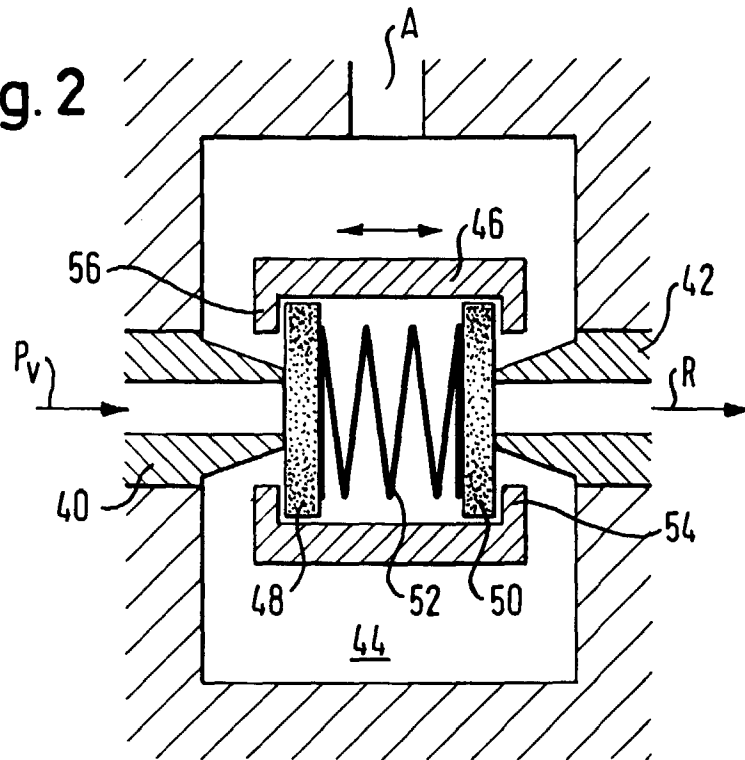


Fig. 3a

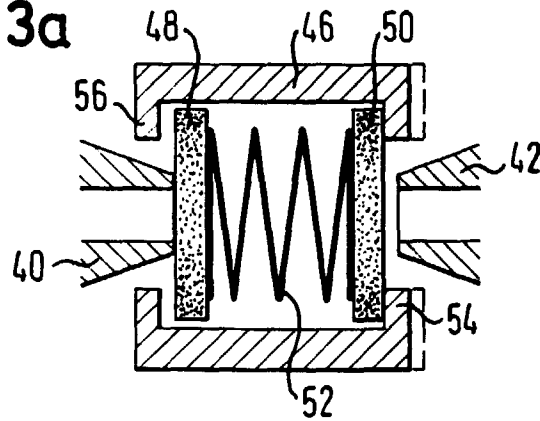


Fig. 3b

