

(19)



(11)

EP 2 182 221 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.04.2015 Patentblatt 2015/16

(51) Int Cl.:
F15B 5/00 (2006.01) F15B 11/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09009833.6**

(22) Anmeldetag: **29.07.2009**

(54) **Elektro-pneumatisches System zum Steuern eines doppelt wirkenden pneumatischen Stellantriebs**

Electro-pneumatic system for controlling a double-acting pneumatic actuator

Système électropneumatique destiné à la commande d'un vérin pneumatique à double effet

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **30.10.2008 DE 102008053844**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.05.2010 Patentblatt 2010/18

(73) Patentinhaber: **Samson AG
60314 Frankfurt (DE)**

(72) Erfinder:
• **Kolbenschlag, Stefan
64291 Darmstadt (DE)**

• **Klee, Dirk
61138 Niederdorfelden (DE)**

(74) Vertreter: **Schmid, Nils T.F.
Boehmert & Boehmert
Anwaltspartnerschaft mbB
Patentanwälte Rechtsanwälte
Pettenkoferstrasse 20-22
80336 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 021 744 DE-U1-202004 002 504

EP 2 182 221 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektro-pneumatisches System zum Steuern eines doppelt wirkenden pneumatischen Stellantriebs, der eine erste pneumatische Arbeitskammer und eine zweite pneumatische, davon unabhängige ansteuerbare Arbeitskammer aufweist.

[0002] Üblicherweise hat ein elektro-pneumatisches System eine pneumatische Vorsteuerstufe zum Erzeugen eines pneumatischen Vorsteuersignals, insbesondere einen I/P-Wandler, welches Vorsteuersignal an eine pneumatische Hauptsteuerstufe, wie einen Luftdruckverstärker, abgegeben wird, der an eine Versorgungsdruckquelle von beispielsweise 6 bar Luftdruck angeschlossen ist. Für diesen beispielhaften Fall kann der Luftdruckverstärker einen maximalen Steuerdruck von 6 bar erzeugen.

[0003] Doppelt wirkende pneumatische Antriebe werden in der prozesstechnischen Industrie, insbesondere in der Kraftwerkstechnik, vielfach eingesetzt. Typische Anwendungen von doppelt wirkenden pneumatischen Stellantrieben sind beispielsweise auf anspruchsvolle Regelungsaufgaben gerichtet, bei denen beispielsweise eine Ventilklappe in einer Fluid führenden Rohrleitung schnell und positionssicher gestellt werden soll. Ein doppelt wirkender pneumatischer Antrieb bedarf keiner internen Federn, welche ein Stellglied des Antriebs in eine bestimmte Notposition verfahren soll, wenn der pneumatische Antrieb entlüftet wird. Der doppelt wirkende pneumatische Antrieb kann einen zwei pneumatische Arbeitskammern voneinander trennenden Stellkolben aufweisen, der an die Ventilklappe gekuppelt ist und bei einem definiert eingestellten Differenzdruck zwischen den Arbeitskammern verlagert wird. Doppelt wirkende Stellantriebe haben den allgemeinen Vorteil, besonders robust und dauerbeständig zu sein, wobei gleichzeitig ein konstruktiv einfacher und kostengünstiger Aufbau gewährleistet ist.

[0004] Üblicherweise wird der doppelt wirkende pneumatische Stellantrieb durch einen sogenannten elektro-pneumatischen Stellungsregler gesteuert, der anhand einer elektrischen Istgröße, wie die Position des Stellventils der prozesstechnischen Anlage, und eines elektrischen Sollwertsignals von der übergeordneten Leitwarte ein elektrisches Regelungssignal erzeugt und es mittels eines I/P-Wandlers in ein pneumatisches Vorsteuerungssignal umformt, das einem Umkehrverstärker zugeführt wird, der gegensinnige pneumatische Hauptsteuersignale an die Arbeitskammern des doppelt wirkenden pneumatischen Antriebs leitet. Die pneumatischen Arbeitskammern des doppelt wirkenden pneumatischen Antriebs werden gegenläufig um einen konstanten Druckmittelwert druckbeaufschlagt.

[0005] Ein Beispiel für einen doppelt wirkenden, pneumatischen Stellantrieb ist in DE 100 21 744 A1 angegeben, bei dem die Druckdifferenz zwischen den beiden Arbeitskammern des Stellantriebs als Regelgröße definiert ist. Zur Einstellung der Druckdifferenz empfängt der pneumatische Umkehrverstärker den von dem I/P-Wandler erzeugten Regeldruck, auf dessen Basis die gewünschte Stelldruckdifferenz in den Arbeitskammern des doppelt wirkenden pneumatischen Stellantriebs erzeugt werden. Am ersten Ausgang des Umkehrverstärkers liegt der Regeldruck des I/P-Wandlers an, wobei am zweiten Ausgang ein entsprechend gegenläufiger Druck aufgebaut ist, der sich mit Regeldruck am ersten Ausgang auf den konstanten Versorgungsluftdruck beispielsweise von 6 bar ergänzt.

[0006] Eine elektronische Steuer- oder Regeleinrichtung für einen doppelt wirkenden Zylinder ist aus DE 20 2004 002 504 U1 bekannt.

[0007] Hieraus ergibt sich eine funktionale Notwendigkeit des Umkehrverstärkers, dass die Abnahme des ersten Regeldruck in der ersten Arbeitskammer eine entsprechende Zunahme des zweiten Regeldrucks in der zweiten Arbeitskammer bedingt, wobei der Druckmittelwert unveränderlich ist.

[0008] Üblicherweise arbeitet ein doppelt wirkender, pneumatischer Stellantrieb mit Hilfe eines Versorgungsdrucks von etwa 6 bar, wobei ein konstanter Druckmittelwert von 3,5 bar zwischen der ersten und zweiten Arbeitskammer festgelegt ist. Der doppelt wirkende pneumatische Stellantrieb kann schnelle Regelungszyklen realisieren, hat aber den Nachteil, aufgrund der Kompressibilität des Betriebsmediums Luft bei 3,5 bar nicht ausreichend laststeif zu sein. Erfordert das Einsatzgebiet des Stellantriebs eine höhere Laststeifigkeit, so werden bekanntermaßen häufig hydraulische Stellenantriebe eingesetzt, die in der Anschaffung teuer und insbesondere wegen fehlender Umweltverträglichkeit des Hydrauliköls nicht für alle Anwendungen in Betracht kommen können.

[0009] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden, insbesondere einen Stellungsregler bereitzustellen, der einen doppelt wirkenden, pneumatischen universal einsetzbaren Stellantrieb steuern soll und auch dann einsatzfähig ist, wenn Regelzyklen kombiniert mit einer hohen und insbesondere wählbaren Laststeifigkeit durch den Stellantrieb zu erreichen sind.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Danach ist das erfindungsgemäße elektro-pneumatische System dadurch verbessert, dass der pneumatischen Vorsteuerstufe eine Auftrennelektronik zum gegensinnigen Aufteilen eines von dem elektro-pneumatischen System empfangenen oder von einer Reglerelektronik des elektro-pneumatischen Systems erzeugten, elektrischen Steuersignals um einen elektrischen Steuermittelwert in zwei elektrische Spiegelbildsignale vorgeschaltet ist. Erfindungsgemäß ist die Auftrennelektronik zum Einstellen des Steuermittelwerts ausgelegt, wobei die Vorsteuerstufe anhand des Steuermittelwerts und der Spiegelbildsignale zwei gegenläufig um einen pneumatischen Mittelwert eingestellte Vorsteuersignale erzeugt. Die pneumatischen Vorsteuersignale werden jeweils einer Hauptsteuerstufe zugeführt, um die jeweiligen Arbeitskammern des doppelt wirkenden Stell-

lantriebs mit dem eingestellten Druckmittelwert und der jeweiligen Druckdifferenz zu beaufschlagen.

[0011] Mit der erfindungsgemäßen Maßnahme der Vorschaltung einer Auftrennelektronik ist ein pneumatischer Umkehrverstärker entbehrlich. Auf diese Weise ist das elektro-pneumatische System in dessen Aufbau wesentlich einfacher und kostengünstiger. Vor allem ist die feste Zuordnung der Ausgangsdrücke und damit ein unveränderbarer Druckmittelwert überwunden, weil erfindungsgemäß die Erzeugung der Druckdifferenz mittels geläufiger Signale von der Pneumatikseite weg hin zur Elektronikseite verschoben ist. Erfindungsgemäß kann nun der Druckmittelwert zwischen den pneumatischen Ausgangssignalen beliebig stufenlos zwischen Atmosphäre und maximalem Versorgungsdruck (beispielsweise 6 bar) vergestellt werden. Auf diese Weise kann beispielsweise ein Stellungsregler für einen doppelt wirkenden pneumatischen Stellantrieb bereitgestellt werden, der für eine schnelle Regelung lastweich und in bestimmten Betriebssituationen laststeif arbeitet.

[0012] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat die pneumatische Vorsteuerstufe zwei voneinander unabhängig elektrisch ansteuerbare I/P-Wandler, von denen ein I/P-Wandler ein erstes elektrisches Spiegelbildsignal von der Auftrennelektronik erhält, während der andere I/P-Wandler das zweite elektrische Spiegelbildsignal erhält, das zum ersten elektrischen Spiegelbildsignal im Hinblick auf einen veränderlichen Mittelwert gegensinnig ist.

[0013] Es sei klar, dass die Spiegelbildsignale der Auftrennelektronik auch derart eingestellt werden können, dass beide pneumatische Arbeitskammern mit dem maximalen Versorgungsdruck der jeweiligen Hauptstufe beaufschlagt werden können, um den doppelt wirkenden pneumatischen Stellantrieb möglichst steif zu bilden. Die Summe, also der Druckmittelwert, der in den Arbeitskammern herrschenden Drücke kann allerdings deutlich unter 3 bar, beispielsweise bei 1 oder 2 bar, liegen, um schnell veränderliche Regelungszyklen realisieren zu können.

[0014] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat die Auftrennelektronik einen Spannungsteiler, der das Steuersignal empfängt und zwei gegensinnig um einen veränderlichen Spannungsmittelwert eingestellte Spannungsteuersignale erzeugt.

[0015] Dabei kann der Spannungsteiler mit zwei Spannungs/Strom-Wandlern verbunden sein, von denen ein Spannungs/Strom-Wandler das erste Spannungsteuersignal empfängt, während der andere Spannungs/Strom-Wandler das zweite dazu gegensinnige Spannungsteuersignal empfängt.

[0016] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist ein Ausgang des jeweiligen Spannungs/Strom-Wandlers mit jeweils einem I/P-Wandler verbunden.

[0017] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist das elektro-pneumatische System als Stellungsregler ausgeführt und hat einen Mikroprozessor zum Empfangen eines Stellungs-Sollwerts und eines Stellungs-Istwerts von einem Positionssensor, auf deren Basis das elektrische Steuersignal erzeugt ist.

[0018] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist an die Auftrennelektronik eine Einrichtung zum Einstellen des Steuermittelwerts angeschlossen. Die Einstelleinrichtung kann vorzugsweise einen von der Außenseite des Systems bedienbaren Betätigungsknopf oder -schalter umfassen. Beispielsweise kann die Einstelleinrichtung einen Einstellwert über ein Kommunikationsmittel, wie HART, BUS, Funk, Bluetooth, Zigbee-Wlan, etc., empfangen.

[0019] Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Anordnung mit einem erfindungsgemäßen elektro-pneumatischen System sowie mit einer der pneumatischen Vorsteuerstufe nachgeschalteten Hauptsteuerstufe, die aus zwei unabhängig voneinander ansteuerbaren, pneumatischen Verstärkern gebildet sind. Die pneumatischen Verstärker sind jeweils an eine Versorgungsdruckquelle beispielsweise von 6 bar angeschlossen.

[0020] Vorzugsweise ist ein pneumatischer Verstärker mit dem Ausgang eines I/P-Wandlers der pneumatischen Vorsteuerstufe verbunden, während der andere pneumatische Verstärker mit dem Eingang des anderen I/P-Wandlers der pneumatischen Vorsteuerstufe verbunden ist.

[0021] Bei einer Weiterbildung der Erfindung sind ein erster I/P-Wandler der pneumatischen Vorsteuerstufe und ein damit verbundener pneumatischer Verstärker in einem geschlossenen, insbesondere eigensicheren Gehäuse enthalten, während der zweite I/P-Wandler der Vorsteuerstufe und der damit verbundenen pneumatischen Verstärker der Hauptsteuerstufe in einem zweiten, von dem ersten Gehäuse getrennten, geschlossenen, insbesondere eigensicheren Gehäuse untergebracht sind, das insbesondere an dem ersten Gehäuse befestigt ist.

[0022] Vorzugsweise sind die pneumatische Vorsteuerstufe und die pneumatische Hauptsteuerstufe in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht.

[0023] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Erweitern oder Upgraden eines bestehenden elektro-pneumatischen Systems zum Steuern eines doppelt wirkenden pneumatischen Stellantriebs, der eine erste pneumatische Arbeitskammer und eine zweite davon unabhängig ansteuerbare Arbeitskammer aufweist, wobei das elektro-pneumatische System einen Strom/Druck-Wandler bzw. I/P-Wandler und einen daran angeschlossenen pneumatischen Verstärker umfasst.

[0024] Erfindungsgemäß werden ein zweiter I/P-Wandler und ein zweiter mit dem zweiten I/P-Wandler verbundener pneumatischer Verstärker vorgesehen. Es werden zwei um einen veränderbaren Mittelwert gegensinnig aufgeteilte, elektrische Steuersignale erzeugt und den I/P-Wandlern jeweils ein elektrisches Steuersignal zugeführt, um gegenläufige, pneumatische Vorsteuersignale zu erzeugen, um sie dem jeweiligen pneumatischen Verstärker zuzuführen.

[0025] Durch das erfindungsgemäße elektro-pneumatische System, die erfindungsgemäße Anordnung und das er-

findungsgemäße Upgrade-Verfahren kann der doppelt wirkende, pneumatische Antrieb nicht nur im Hinblick auf die veränderbare Luftdruckdifferenz in den Arbeitskammern eingestellt werden, die sich durch die gegenläufigen Arbeitskammerdrücke ergibt, sondern auch der Druckmittelwert zwischen den einstellbaren Arbeitskammerdrücken kann eingestellt werden, um die Steifigkeit des doppelt wirkenden, pneumatischen Stellantriebs einzustellen. Die Höhe des Arbeitskammerdruckmittelwerts wird bereits auf der elektronischen Ebene des elektro-pneumatischen Systems durch Festlegung des Mittelwerts eingestellt, indem neben den gegensinnigen Steuersignalen auch der Steuermittelwert eingestellt wird. Dies bedeutet, dass bei mit einer Versorgungsdruckquelle von 6 bar angeschlossene, pneumatischen Hauptverstärkern der Druckmittelwert von Atmosphären bis 6 bar einstellbar ist. Es sei klar, dass die größte Druckdifferenz in den Arbeitskammern dann erreicht wird, wenn der Druckmittelwert bei etwa 3,5 bar liegt. Bei einem Druckmittelwert von 4 bar steht eine Druckdifferenz von maximal 4 bar zur Verfügung. Bei einem Druckmittelwert von 5 bar steht eine maximale Druckdifferenz von 2 bar zur Verfügung.

[0026] Die Druckdifferenz bewirkt die relative Verschiebung des Stellkolbens des pneumatischen, doppelt wirkenden Stellantriebs, während der eingestellte Druckmittelwert die Steifigkeit des doppelt, wirkenden pneumatischen Stellantriebs festlegt.

[0027] Weitere Vorteile, Eigenschaften und Merkmale der Erfindung werden durch die vorliegende Beschreibung bevorzugter Ausführungen der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen deutlich, in denen zeigen:

Figur 1 ein Schaubild eines elektro-pneumatischen Systems gemäß dem Stand der Technik zum Steuern eines doppelt wirkenden pneumatischen Stellantriebs;

Figur 2 ein Schaubild eines erfindungsgemäßen elektro-pneumatischen Systems;

Figur 3 ein Schaubild eines erfindungsgemäßen Feldgeräts mit einem erfindungsgemäßen doppelt wirkenden Stellantrieb;

Figur 4 ein Schaubild eines erfindungsgemäßen Feldgeräts in einer weiteren Ausführung mit einem doppelt wirkenden pneumatischen Stellantrieb;

Figur 5 ein Schaubild eines erfindungsgemäßen Feldgeräts in einer weiteren Ausführung mit einem doppelt wirkenden pneumatischen Stellantrieb; und

Figuren 6a bis 6c Diagramme, welche den Verlauf elektrischer Spannungs-Steuersignale U_{y+} , U_{y-} und dessen veränderlichen Mittelwert c_p (16 %, 76 %, 50 %).

[0028] Im Allgemeinen umfasst ein herkömmlicher Stellungsregler für einen doppelt wirkenden, pneumatischen Stellantrieb ein bekanntes elektro-pneumatisches System a, wie es beispielsweise in Figur 1 dargestellt ist. Das elektro-pneumatische System hat einen elektronischen Regler b, der einen elektrischen Positions-Sollwert U_w von einer nicht dargestellten, übergeordneten Leitwarte der Prozessanlage und einen elektronischen Positions-Istwert U_x von einem nicht näher dargestellten Positionssensor empfängt und verarbeitet, der die Position eines zu stellenden Prozessventilglieds erfasst.

[0029] Der elektronische Regler b errechnet ein elektrisches Steuersignal U_y und gibt dies über dessen Ausgang an den Eingang eines U/I-Wandlers c ab, der ein entsprechendes elektrisches Steuerstromsignal erzeugt und an einen I/P-Wandler d weiterleitet. Auf der Basis des Steuerstromsignals erzeugt der I/P-Wandler ein pneumatisches Vorsteuersignal, das an eine Hauptsteuerstufe in Form eines Luftleistungsverstärkers e weitergegeben wird, der an einen Versorgungsluftdruck (nicht in der Zeichnung dargestellt) von 6 bar angeschlossen ist.

[0030] Der an den Luftleistungsverstärker e anschließende pneumatische Umkehrverstärker f dient dazu, zwei um einen konstanten Druckmittelwert von etwa 3,5 bar gegensinnig eingestellte, pneumatische Hauptsteuersignale H_+ , H_- zu erzeugen, die dann mit der jeweiligen Arbeitskammer des doppelt wirkenden pneumatischen Stellantriebs beaufschlagt werden. Das Entlüften des pneumatischen Antriebs geschieht über den Entlüftungsanschluss g. Der Druckmittelwert des Umkehrverstärkers f lässt sich nicht einstellen, so dass der doppelt wirkende, pneumatische Stellantrieb eine unveränderliche Laststeifigkeit aufweist. Die Mechanik des Umkehrverstärkers f lässt nur eine sehr ungenaue Einstellung der pneumatischen Hauptsteuersignale zu, weswegen Nacheinstellungen des Stellkolbens des doppelt wirkenden Stellantriebs notwendig sind.

[0031] Das erfindungsgemäße elektro-pneumatische System ist in der Ausführung gemäß Figur 2 im Allgemeinen mit der Bezugsziffer 1 versehen und ist als Stellungsregler ausgeführt. Das elektro-pneumatische System 1 umfasst einen elektronischen Regler 3, der einen Positions-Sollwert U_w von einer Anlagenleitwarte (nicht dargestellt) und einen Positions-Istwert U_x von einem Positionssensor (nicht dargestellt) empfängt. Der elektronische Regler 3 errechnet ein elektrisches Steuersignal U_y , das einer erfindungsgemäßen Auftrennelektronik 5 zugeführt wird. Die Auftrennelektronik

5 umfasst einen Spannungsteiler 7, der das elektrische Spannungs-Steuersignal U_Y in ein erstes Spannungs-Steuersignal U_{Y+} und in ein zweites Spannungs-Steuersignal U_{Y-} aufteilt. Die Spannungs-Signale U_{Y+} , U_{Y-} besitzen eine Gegensinnigkeit um einen Steuermittelwert c_p , welche Gegensinnigkeit schließlich zur gewünschten Druckdifferenz in den Arbeitskammern des doppelt wirkenden pneumatischen Stellantriebs bewirken soll, welche Druckdifferenz einer bestimmten Verlagerung des Stellkolbens des doppelt wirkenden, pneumatischen Stellantriebs entspricht. Der von der Auftrennelektronik 5 erzeugte Mittelwert ist veränderlich und entspricht dem Druckmittelwert, um den sich die Steuerdrücke gegensinnig verhalten sollen. Jeder erzeugte Mittelwert entspricht einem bestimmten Steuerdruckmittelwert.

[0032] Der Spannungsteiler 7 ist mit einer von der Außenseite 8 des elektro-pneumatischen Systems 1 bedienbaren Arbeitsdruckmittelwerteinstellrichtung 9 beispielsweise in Form eines Drehknopfs verbunden, über die der elektrische Steuermittelwert c_p einstellbar ist, um den die gegensinnigen Spannungs/Steuersignale U_{Y+} , U_{Y-} veränderlich sind.

[0033] Sowohl das erste Spannungs-Steuersignal U_{Y+} als auch das zweite Spannungs-Steuersignal U_{Y-} werden einem ersten U/I-Wandler 11 bzw. einem zweiten U/I-Wandler 13 zugeführt, der aus den elektrischen Spannungs-Steuersignalen U_{Y+} , U_{Y-} ein erstes bzw. zweites Stromsteuersignal erzeugt, die dem Eingang eines ersten I/P-Wandlers 15 bzw. eines zweiten I/P-Wandlers 17 zugeführt werden. In den ersten und zweiten I/P-Wandler werden gegensinnige pneumatische Vorsteuersignale zugeführt, nämlich ein erstes Vorsteuersignal P_+ und ein zweites Vorsteuersignal P_- . Das erste und das zweite pneumatische Vorsteuersignal P_+ , P_- besitzen die gewünschte Gegensinnigkeit um einen eingestellten pneumatischen Vorsteuerdruckmittelwert. Die Vorsteuersignale P_+ , P_- sind selbständige Drucksignale mit einer absoluten Signalthöhe. Der pneumatische Vorsteuerdruckmittelwert ergibt sich aus dem Mittelwert der absoluten Vorsteuersignale P_+ , P_- . Die beiden pneumatischen Vorsteuersignale P_+ , P_- werden einem ersten Luftleistungsverstärker 19 bzw. einem zweiten Luftleistungsverstärker 21 zugeführt wird. Beide Luftleistungsverstärker 19, 21 sind an eine eigene Versorgungsdruckquelle 23, 25 von 6 bar angeschlossen. Die pneumatischen Hauptsteuersignale H_+ , H_- werden den jeweiligen pneumatischen Arbeitskammern des pneumatisch wirkenden Stellantriebs zugeführt.

[0034] Mit dem erfindungsgemäßen elektro-pneumatischen System 1 ist ein Umkehrverstärker (f) entbehrlich. Zudem kann der pneumatische Hauptsteuerdruckmittelwert einfach eingestellt werden, um die Steifigkeit des doppelt wirkenden Stellantriebs beliebig stufenlos einzustellen.

[0035] In Figur 3 ist eine Ausführung eines erfindungsgemäßen Feldgeräts 31 mit einem erfindungsgemäßen, als Stellungsregler ausgeführten elektro-pneumatischen System 1 dargestellt, das in einem gemeinsamen eigensicheren Gehäuse 33 untergebracht ist. Zur einfachen Lesbarkeit der Figurenbeschreibung werden die gleichen Bezugszeichen für die gleichen Bestandteile des elektro-pneumatischen Systems wie in Figur 2 auch in Figur 3 verwendet.

[0036] Der elektronische Regler 3 empfängt einen elektrischen Positions-Sollwert U_W von einer übergeordneten, nicht dargestellten Leitwarte einer Prozessanlage. Das elektrische Positions-Istwert U_X wird von einem Positionssensor 35 an den Eingang 37 des elektronischen Reglers 3 durch das Gehäuse 33 des Stellungsreglers hindurch zugeführt.

[0037] Die gegensinnigen, pneumatischen Hauptsteuersignale H_+ , H_- der Hauptsteuerstufe werden über Pneumatikleitungen 39, 41 einer ersten Arbeitskammer 27 bzw. einer zweiten Arbeitskammer 29 eines doppelt wirkenden pneumatischen Stellantriebs 43 übertragen. Der doppelt wirkende pneumatische Stellantrieb 43 hat einen verschiebbaren Trennkolben 45, der die erste Arbeitskammer 27 von einer zweiten Arbeitskammer 29 trennt, so dass die Arbeitskammer 27, 29 unabhängig voneinander pneumatisch ansteuerbar sind.

[0038] Der Trennkolben 45 ist mit einem Stellventil 47 der prozesstechnischen Anlage über eine Stellstange 49 verbunden, deren Position der Positionssensor 35 erfasst. Das Stellventil 47 dient dazu, einen Fluidstrom innerhalb einer Fluidleitung der prozesstechnischen Anlage zu regeln.

[0039] Wie in Figur 3 ersichtlich ist, kann die Auftrennelektronik 5, der zweite I/P-Wandler, der zweite Luftleistungsverstärker 21 sowie ein Elektronikteil der Arbeitsdruckkammermittelwerteinstelleinrichtung 9 innerhalb eines separaten Innengehäuses 51 angeordnet sein, das innerhalb des Stellungsreglergehäuses 33 untergebracht ist. Die Einstelleinrichtung 9 ist von außen betätigbar, was durch den Pfeil 53 angedeutet ist. Auf diese Weise kann die Funktionsweise eines erfindungsgemäßen elektro-pneumatischen Systems 1 auch auf bereits bestehende elektro-pneumatische Systeme übertragen werden, indem Systemkomponenten in dem zusätzlichen Innengehäuse 51 in das Stellungsreglergehäuse 33 eingebaut werden und an den Regler angeschlossen werden. Zudem hat das Innengehäuse 51 zwei Ausgänge, einen elektrischen Ausgang für den ersten I/P-Wandler und einen pneumatischen Ausgang zum Anschluss der zweiten Pneumatikleitung 41.

[0040] Eine Feldgerätausführung gemäß Figur 4 unterscheidet sich von der gemäß Figur 3 dadurch, dass auf die Pneumatikleitungen 39, 41 für die Hauptsteuersignale H_+ , H_- Drucksensoren 61, 63 zugreifen. Die erfassten elektrischen Drucksignale H_+ , H_- werden dem elektronischen Regler 3 zugeführt, um anhand des Positions-Istwerts U_X unter Umständen die Hauptsteuersignale H_+ , H_- sowie deren absoluten Werte im Hinblick auf den Arbeitsmitteldruckwert c_p nachzuregeln.

[0041] Die Feldgerätausführung gemäß Figur 5 unterscheidet sich von der Ausführung gemäß Figur 4 dadurch, dass das Stellungsreglergehäuse 33 von einem zusätzlichen Außengehäuse 69 für die Auftrennelektronik 5, einem Elektronikteil der Einstelleinrichtung 9, dem zweiten I/P-Wandler und dem zweiten Luftleistungsverstärker 21 getrennt sind. Das zusätzliche Außengehäuse 69 ist unter Ausbildung eines Eingangs zum Empfangen des elektrischen Steuersignals

U_{y-} , eines Pneumatikausgangs für die Übertragung des ersten Stromsteuersignals an den ersten I/P-Wandler 15 und einem pneumatischen Ausgang zum Übertragen des zweiten Hauptsteuersignals H_- an die zweite Arbeitskammer 29 des doppelt wirkenden pneumatischen Antriebs 43 an dem Stellungsreglergehäuse 33 angeflanscht. Das Stellungsreglergehäuse 33 hat entsprechende Ausgänge bzw. Eingänge, die spiegelsymmetrisch zu dem Eingang/Ausgang des Außengehäuses 69 positioniert sind.

[0042] In den Diagrammen 6a bis 6c ist die unterschiedliche Druckbeaufschlagbarkeit der Arbeitskammern 27, 29 des doppelt wirkenden, pneumatischen Stellantriebs 43 angedeutet, wobei in den jeweiligen Diagrammen 6a bis 6c jeweils ein unterschiedlicher Druckarbeitsmittelwert c_p sowie die möglichen Verläufe der absoluten Spannungssteuersignale U_{y+} und U_{y-} dargestellt sind, die zu den absoluten Hauptsteuermitteiwerten H_+ , H_- führen.

[0043] In Figur 6a ist der Arbeitsdruckmittelwert c_p bei 50% eingestellt, d.h. 50% (3,5 bar) einer maximalen Druckbeaufschlagung von 6 bar ist als Druckmittelwert der Arbeitsdrücke in den Arbeitskammern festgelegt. Um den Trennkolben 45 des doppelt wirkenden Stellantriebs zu bewegen, ist nunmehr ausgehend von dem Arbeitsdruckmittelwert c_p eine Druckdifferenz durch Erzeugung der gegenläufigen Steuersignale U_{y+} und U_{y-} zu generieren. Dabei kann für die Steuersignale der vollständige Bereich von 0 bis 100% genutzt werden. Beispielsweise kann für das erste Steuersignal U_{y+} 100% Wertsignal (d.h. 6 bar) eingestellt werden, wodurch wegen der Gegensinnigkeit, das Steuersignal U_{y-} bei 0%, also bei Atmosphärendruck, liegen kann. In diesem Fall ist eine maximale Verschiebung des Trennkolbens 45 erreichbar.

[0044] Ist hingegen der Arbeitsdruckmittelwert c_p auf 76% eingestellt, wie in Figur 6b dargestellt ist, herrscht ein Arbeitsdruckmittelwert von etwa 4,6 bar. Auf diese Weise ist die Laststeifigkeit des doppelt wirkenden, pneumatischen Stellantriebs gegenüber dem Betriebszustand gemäß Figur 6a erhöht. Mit einem Arbeitsdruckmittelwert von $c_p = 76\%$ ist die maximale Druckdifferenz zwischen den Arbeitskammern auf 48% (2x24%) begrenzt. Sollte für den ersten Steuersignal U_{y+} ein 6 bar-Druckwert eingestellt werden, ist der gegensinnige Steuersignalwert U_{y-} auf entsprechende 52% (76% - 24%) festgelegt.

[0045] In Figur 6c ist eine Betriebssituation mit einem reduzierten Arbeitsdruckmittelwert c_p von 16% dargestellt. Auf diese Weise ist der doppelt wirkende, pneumatische Stellantrieb lastweich. Der tatsächliche Arbeitsdruckmittelwert liegt bei 2 bar, wobei eine maximale Druckmittelwertdifferenz in den Arbeitskammern 27, 29 von 32%, d.h. 3 bar, zugelassen wird. Dabei könnte der Arbeitsdruck in der ersten Arbeitskammer auf 2 bar maximal eingestellt werden, während der Druck in der zweiten Arbeitskammer 1,0 bar ist.

[0046] Mit der Veränderung des Arbeitsdruckmittelwerts c_p von 50%, um die Steifigkeit zu erhöhen oder zu senken, nimmt entsprechend die maximal einstellbare Druckdifferenz in den Arbeitskammern 27, 29 ab.

[0047] Die in der vorstehenden Beschreibung, den Figuren und den Ansprüchen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Realisierung der Erfindung in den verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

Bezugszeichenliste

[0048]

1	elektro-pneumatisches System
3	elektronischer Regler
5	Auftrennelektronik
7	Spannungsleiter
8	Außenseite
9	Arbeitsdruckmittelwerteinstelleinrichtung
11, 13	U/I-Wandler
15, 17	I/P-Wandler
19, 21	Luftleistungsverstärker
23, 25	Versorgungsdruckquelle
27, 29	Arbeitskammer
31	Feldgerät
33	Gehäuse
35	Positionssensor
37	Eingang
39, 41	Pneumatikleitungen
43	pneumatischer Stellantrieb
45	Trennkolben
47	Stellventil
49	Stellstange
51	Innengehäuse

33	Stellungsreglergehäuse
53	Pfeil
61, 63	Drucksensor
69	Außengehäuse
5	a elektro-pneumatisches System
	b elektronischer Regler
	c U/I-Wandler
	d I/P-Wandler
	e Luftleistungsverstärker
10	f Umkehrverstärker
	g Entlüftungsanschluss
	H ₊ , H ₋ pneumatische Hauptsteuersignale
	P ₊ , P ₋ pneumatische Vorsteuersignale
	U _W elektrischer Positions-Sollwert
15	U _X elektrischer Positions-Istwert
	U _Y elektrisches Steuersignal
	U _Y +, U _Y - elektrische Spannungs-Steuersignale
	cp elektrischer Steuermittelwert

20

Patentansprüche

1. Elektro-pneumatisches System (1) zum Steuern eines doppelt wirkenden pneumatischen Stellantriebs (43), der eine erste pneumatische Arbeitskammer (27) und eine zweite pneumatische, davon unabhängig ansteuerbare Arbeitskammer (29) aufweist, umfassend eine pneumatische Vorsteuerstufe zum Erzeugen eines pneumatischen Vorsteuersignales zur Weiterleitung an eine pneumatische Hauptsteuerstufe, **dadurch gekennzeichnet, dass** der pneumatischen Vorsteuerstufe eine Auftrennelektronik (5) zum gegensinnigen Aufteilen eines von dem elektro-pneumatischem System (1) empfangenen oder von einer Reglerelektronik (3) des elektro-pneumatischen Systems (1) erzeugten, elektrischen Steuersignals U_Y um einen elektrischen Steuermittelwert cp in zwei elektrische Spiegelbildsignale vorgeschaltet ist und dass die Auftrennelektronik (5) zum Einstellen des Steuermittelwerts cp ausgelegt ist, wobei die Vorsteuerstufe ausgelegt ist, anhand des Steuermittelwerts cp und der Spiegelbildsignale zwei gegenläufig um einen pneumatischen Mittelwert einstellbare Vorsteuersignale zu erzeugen.
2. Elektro-pneumatisches System (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die pneumatische Vorsteuerstufe zwei voneinander unabhängig ansteuerbare I/P-Wandler (15, 17) aufweist, von denen ein I/P-Wandler (15) das eine elektrische Spiegelbildsignal erhält, während der andere I/P-Wandler (17) das andere elektrische Spiegelbildsignal erhält.
3. Elektro-pneumatisches System (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das die Auftrennelektronik (5) einen Spannungsteiler (7) aufweist, der das Steuersignal U_Y empfängt und zwei um einen Spannungsmittelwert gegensinnig eingestellte Spannungssteuersignale U_Y+, U_Y- erzeugt.
4. Elektro-pneumatisches System (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spannungsteiler (7) mit zwei Spannungs/Strom-Wandlern (11, 13) verbunden ist, von denen ein Spannungs/Strom-Wandler (11) das eine Spannungssteuersignal U_Y+ empfängt, während der andere Spannungs/Strom-Wandler (13) das andere gegensinnige Spannungssteuersignal U_Y- empfängt.
5. Elektro-pneumatisches System (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ausgang des jeweiligen Spannungs/Strom-Wandlers (11, 13) mit jeweils einem I/P-Wandler (15, 17) verbunden ist.
6. Elektro-pneumatisches System (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es als Stellungsregler ausgeführt ist und einen Mikroprozessor zum Empfangen eines Stellungssollwerts (U_W) und eines Stellungsistwerts (U_X) von einem Positionssensor (35) aufweist, auf deren Basis das elektrische Steuersignal U_Y erzeugt ist.
7. Elektro-pneumatisches System (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an die Auftrennelektronik (5) eine elektrische Einrichtung (9) zum Einstellen des Steuermittelwerts cp angeschlossen ist.

8. Elektro-pneumatisches System (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstelleinrichtung (9) einen von der Außenseite des Systems bedienbaren Betätigungsknopf (9) umfasst.
9. Elektro-pneumatisches System (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstelleinrichtung (9) einen Einstellwert über Kommunikationsmittel, wie HART, BUS, Funk, Bluetooth, ZigBee/WLAN, etc., empfängt.
10. Anordnung mit einem nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildeten elektro-pneumatischem System (1) und mit einer der pneumatischen Vorsteuerstufe nachgeschalteten Hauptsteuerstufe, die aus zwei unabhängig voneinander ansteuerbaren pneumatischen Verstärkern (19, 21) gebildet sind.
11. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein pneumatischer Verstärker (19) mit dem Ausgang eines I/P-Wandlers (15) verbunden ist, während der andere pneumatische Verstärker (19) mit dem Eingang des anderen I/P-Wandlers (17) der Vorsteuerstufe verbunden ist.
12. Anordnung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster I/P-Wandler (15) der pneumatischen Vorsteuerstufe und ein damit verbundener pneumatischer Verstärker (19) in einem abgeschlossenen ersten Gehäuse (33) enthalten sind, während der zweite I/P-Wandler (17) der Vorsteuerstufe und der damit verbundene pneumatische Verstärker (21) der Hauptsteuerstufe in einem zweiten abgeschlossenen Gehäuse (51, 69) untergebracht sind, das insbesondere in oder an dem ersten Gehäuse (33) befestigt ist.
13. Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die pneumatische Vorsteuerstufe und die pneumatische Hauptsteuerstufe in einem gemeinsamen Stellungsreglergehäuse (33, 51) untergebracht sind.
14. Verfahren zum Erweitern eines bestehenden elektro-pneumatischen Systems (1) zum Steuern eines doppelt wirkenden pneumatischen Stellantriebs (43), der eine erste pneumatische Arbeitskammer (27) und eine zweite pneumatische, davon unabhängige ansteuerbare Arbeitskammer (29) aufweist, wobei das elektro-pneumatische System (1) einen ersten I/P-Wandler (15) und einen ersten daran angeschlossenen pneumatischen Verstärker (19) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zweiter I/P-Wandler (17) und ein zweiter, mit dem zweiten I/P-Wandler (17) verbundener pneumatischer Verstärker (21) vorgesehen werden und zwei um einen veränderbaren Mittelwert gegenseitig aufgeteilte, elektrische Steuersignale erzeugt werden und den I/P-Wandlern (15, 17) jeweils ein elektrisches Steuersignal zugeführt wird, um anhand des Mittelwerts und der elektrischen Steuersignale ein erstes und ein zweites gegenläufiges, pneumatisches Vorsteuersignal zu erzeugen.

Claims

1. An electropneumatic system (1) for controlling a double action pneumatic actuator (43), which has a first pneumatic working chamber (27) and a second pneumatic working chamber (29), which is controllable independently of the first pneumatic working chamber (27), comprising a pneumatic precontrol stage for generating a pneumatic precontrol signal for forwarding to a pneumatic main control stage, **characterised in that** dividing electronics (5) for oppositely dividing an electrical control signal U_{γ} , received by the electropneumatic system (1) or generated by regulating electronics (3) of the electropneumatic system (1), around an electrical control average c_p into two electrical mirror image signals are connected upstream of the pneumatic precontrol stage and **in that** the dividing electronics (5) are designed for setting the control average c_p , wherein the precontrol stage is designed to generate two precontrol signals, on the basis of the control average c_p and the mirror image signals, which can be set oppositely around a pneumatic average.
2. The electropneumatic system (1) according to claim 1, **characterised in that** the pneumatic precontrol stage has two I/P converters (15, 17) that can be controlled independently of one another, of which one I/P converter (15) receives the one electrical mirror image signal, whilst the other I/P converter (17) receives the other electrical mirror image signal.
3. The electropneumatic system (1) according to claim 1 or 2, **characterised in that** the dividing electronics (5) have a voltage divider (7), which receives the control signal U_{γ} and generates two voltage control signals $U_{\gamma+}$, $U_{\gamma-}$ set oppositely around a voltage average.
4. The electropneumatic system (1) according to claim 3, **characterised in that** the voltage divider (7) is connected to two voltage/current converters (11, 13), of which one voltage/current converter (11) receives the one voltage

control signal U_{Y+} , whilst the other voltage/current converter (13) receives the other opposite voltage control signal U_{Y-} .

- 5 5. The electropneumatic system (1) according to claim 4, **characterised in that** one output of the respective voltage/current converter (11, 13) is connected to one I/P converter (15, 17) in each case.
- 10 6. The electropneumatic system (1) according to one of the preceding claims, **characterised in that** it is realised as a position controller and has a microprocessor for receiving a desired position value (U_W) and an actual position value (U_X) from a position sensor (35), on the basis of which the electrical control signal U_Y is generated.
- 15 7. The electropneumatic system (1) according to one of the preceding claims, **characterised in that** an electrical apparatus (9) for setting the control average c_p is connected to the dividing electronics (5).
8. The electropneumatic system (1) according to claim 7, **characterised in that** the setting apparatus (9) comprises a control knob (9) that can be operated from the outside of the system.
- 20 9. The electropneumatic system (1) according to claim 7 or 8, **characterised in that** the setting apparatus (9) receives a setting value via communication means, such as HART, BUS, radio, Bluetooth, ZigBee, WLAN, etc.
- 25 10. An arrangement with an electropneumatic system (1) according to one of claims 1 to 9 and with a main control stage connected downstream of the pneumatic precontrol stage, which are formed from two pneumatic amplifiers (19, 21) that can be controlled independently of one another.
- 30 11. The arrangement according to claim 10, **characterised in that** one pneumatic amplifier (19) is connected to the output of an I/P converter (15), whilst the other pneumatic amplifier (19) is connected to the input of the other I/P converter (17) of the precontrol stage.
- 35 12. The arrangement according to claim 10 or 11, **characterised in that** a first I/P converter (15) of the pneumatic precontrol stage and a pneumatic amplifier (19) connected thereto are contained in a closed first housing (33), whilst the second I/P converter (17) of the precontrol stage and the pneumatic amplifier (21) of the main control stage connected thereto are accommodated in a second closed housing (51, 69), which in particular is fastened in or on the first housing (33).
- 40 13. The arrangement according to one of claims 10 to 12, **characterised in that** the pneumatic precontrol stage and the pneumatic main control stage are accommodated in a common position controller housing (33, 51).
- 45 14. A method for expanding an existing electropneumatic system (1) for controlling a double action pneumatic actuator (43), which has a first pneumatic working chamber (27) and a second pneumatic working chamber (29) that can be controlled independently of the first pneumatic working chamber (27), wherein the electropneumatic system (1) comprises a first I/P converter (15) and a first pneumatic amplifier (19) connected thereto, **characterised in that** a second I/P converter (17) and a second pneumatic amplifier (21) connected to the second I/P converter (17) are provided and two electrical control signals divided oppositely around a changeable average are generated and one electrical control signal is supplied to each of the I/P converters (15, 17), in order to generate a first and a second opposite pneumatic precontrol signal on the basis of the average and the electrical control signals.

Revendications

- 50 1. Système électropneumatique (1) pour piloter un mécanisme de commande à double effet (43), qui comporte une première chambre de travail pneumatique (27) et une deuxième chambre de travail pneumatique (29) pilotable indépendamment de celle-ci, comprenant un étage de commande pilote pneumatique pour produire un signal de commande pilote pneumatique pour transmission à un étage de commande principal pneumatique, **caractérisé en ce qu'un** système électronique de sectionnement (5) est connecté en amont de l'étage de commande pilote pneumatique pour la répartition en sens inverse en deux signaux symétriques électriques d'un signal de commande U_Y électrique autour d'une valeur moyenne de commande électrique c_p , reçu par le système électropneumatique (1) ou produit par ou par un système électronique de régulation (3) du système électropneumatique (1) **et en ce que** le système électronique de sectionnement (5) est conçu pour régler la valeur moyenne de commande c_p , l'étage de commande pilote étant conçu pour produire à l'aide de la valeur moyenne de commande c_p et des signaux

symétriques, deux signaux de commande pilotes réglables en sens inverse autour d'une valeur moyenne pneumatique.

- 5 2. Système électropneumatique (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étage de commande pilote pneumatique comporte deux convertisseurs I/P (15, 17) pilotables indépendamment l'un de l'autre dont un convertisseur I/P (15) reçoit le signal symétrique électrique pendant que l'autre convertisseur I/P (17) reçoit l'autre signal symétrique électrique.
- 10 3. Système électropneumatique (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le système électronique de sectionnement (5) comporte un diviseur de tension (7) qui reçoit le signal de commande U_Y et produit deux signaux de commande de tension $U_Y +$, $U_Y -$ réglés dans le sens inverse autour d'une valeur moyenne de tension.
- 15 4. Système électropneumatique (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le diviseur de tension (7) est raccordé à deux convertisseurs Tension/Courant (11, 13) dont un convertisseur Tension/Courant (11) reçoit un signal de commande de tension $U_Y +$ pendant que l'autre convertisseur Tension/Courant (13) reçoit l'autre signal de commande de tension $U_Y -$ en sens inverse.
- 20 5. Système électropneumatique (1) selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'** une sortie de chaque convertisseur Tension/Courant (11, 13) est respectivement reliée à un convertisseur I/P (15, 17).
- 25 6. Système électropneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est exécuté comme un régulateur de position et comporte un microprocesseur pour recevoir une valeur théorique de position (U_W) et une valeur réelle de position (U_X) d'un capteur de position (35) sur la base desquelles est produit le signal de commande électrique U_Y .
- 30 7. Système électropneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** dispositif électrique (9) est raccordé au système électronique de sectionnement (5) pour régler la valeur moyenne de commande cp.
- 35 8. Système électropneumatique (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage (9) comprend un bouton de commande (9) actionnable depuis l'extérieur du système.
9. Système électropneumatique (1) selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage (9) reçoit une valeur de réglage par un moyen de communication comme HART, BUS, radio, Bluetooth, ZigBee, WLAN, etc.
- 40 10. Montage avec un système électropneumatique (1) conçu selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 et avec un étage de commande principal connecté en aval avec un des étages de commande pilotes pneumatiques qui sont formés à partir de deux amplificateurs (19, 21) pneumatiques pilotables indépendamment l'un de l'autre.
- 45 11. Montage selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'un** amplificateur pneumatique (19) est relié à la sortie d'un convertisseur I/P (15) pendant que l'autre amplificateur pneumatique (19) est relié à l'entrée de l'autre convertisseur I/P (17) de l'étage de commande pilote.
- 50 12. Montage selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce qu'un** premier convertisseur I/P (15) de l'étage de commande pilote pneumatique et un amplificateur pneumatique (19) relié à celui-ci sont contenus dans un premier coffret (33) fermé alors que le deuxième convertisseur I/P (17) de l'étage de commande pilote et l'amplificateur pneumatique (21) relié à celui-ci de l'étage de commande principal sont logés dans un deuxième coffret fermé (51, 69) qui est en particulier fixé dans ou sur le premier coffret (33).
- 55 13. Montage selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** l'étage de commande pilote pneumatique et l'étage de commande principal pneumatique sont logés dans un coffret de régulateur de position commun (33, 51).
14. Méthode pour l'extension d'un système électropneumatique (1) existant pour piloter un mécanisme de commande pneumatique à double effet (43) qui comporte une première chambre de travail pneumatique (27) et une deuxième chambre de travail pneumatique (29) pilotable indépendamment de celle-ci, le système électropneumatique (1) comprenant un premier convertisseur I/P (15) et un premier amplificateur pneumatique (19) qui y est raccordé, **caractérisé en ce qu'un** deuxième convertisseur I/P (17) et un deuxième amplificateur pneumatique (21) raccordé

EP 2 182 221 B1

au deuxième convertisseur I/P (17) sont prévus et deux signaux de commande électriques répartis en sens inverse sont produits autour d'une valeur moyenne modifiable et un signal de commande électrique est respectivement acheminé aux convertisseurs I/P (15, 17) pour produire à l'aide de la valeur moyenne et des signaux de commande électriques, un premier et un deuxième signal de commande pilote pneumatique opposés.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

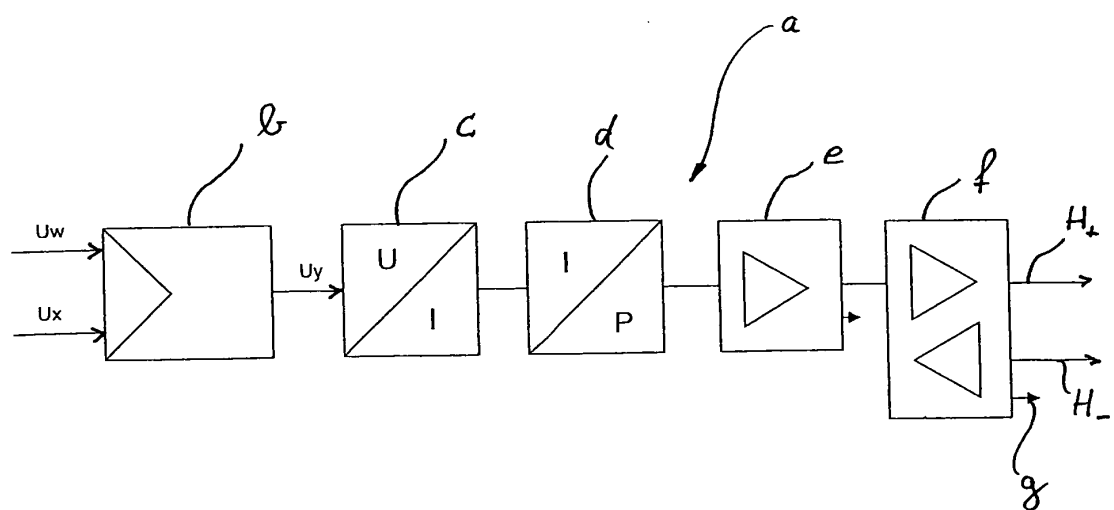


Fig. 1 (Stand der Technik)

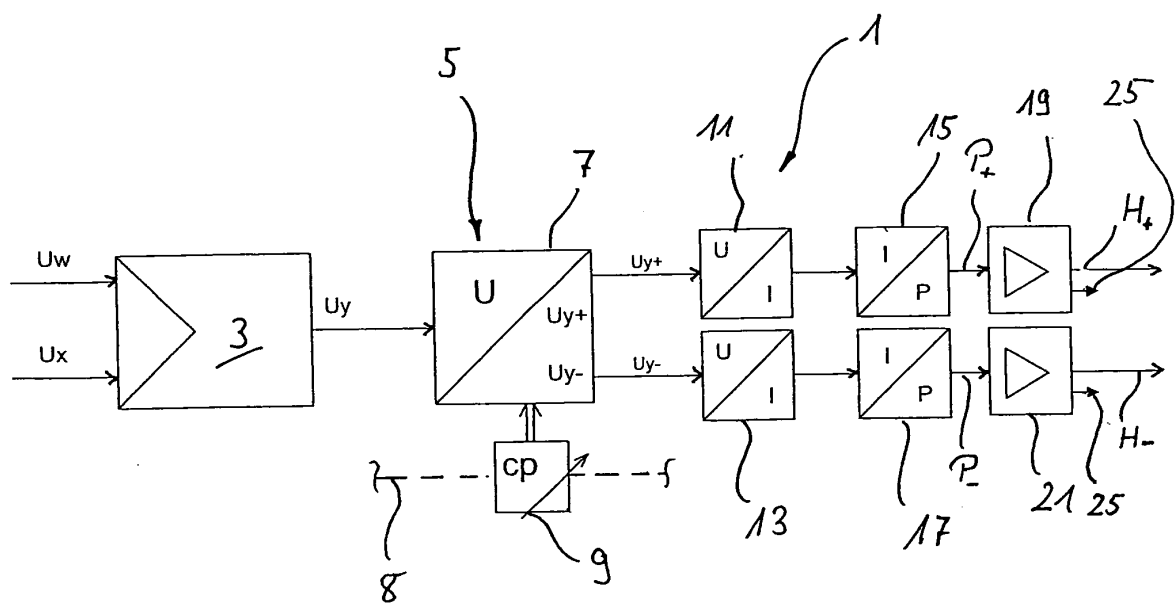


Fig. 2

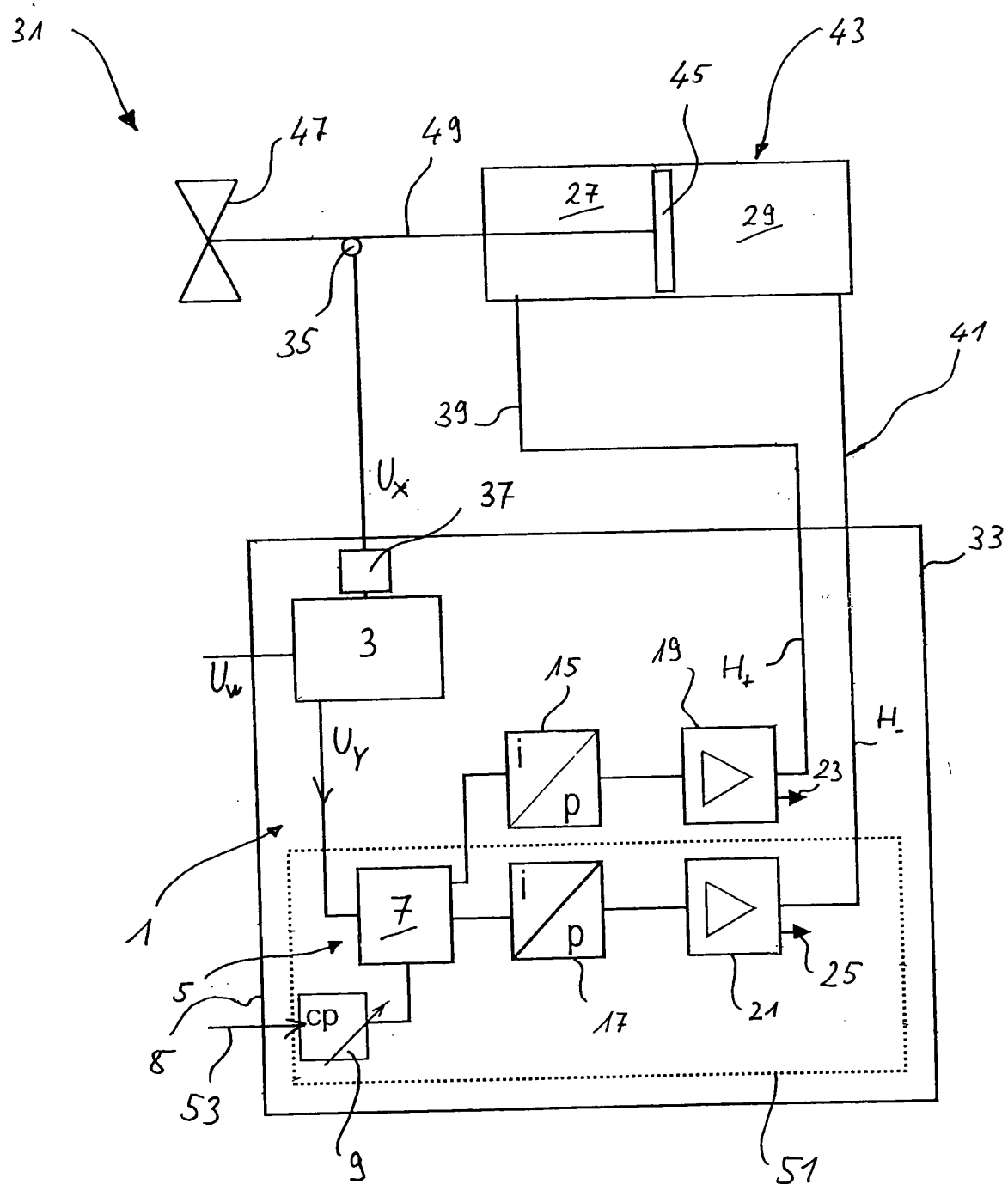


Fig. 3

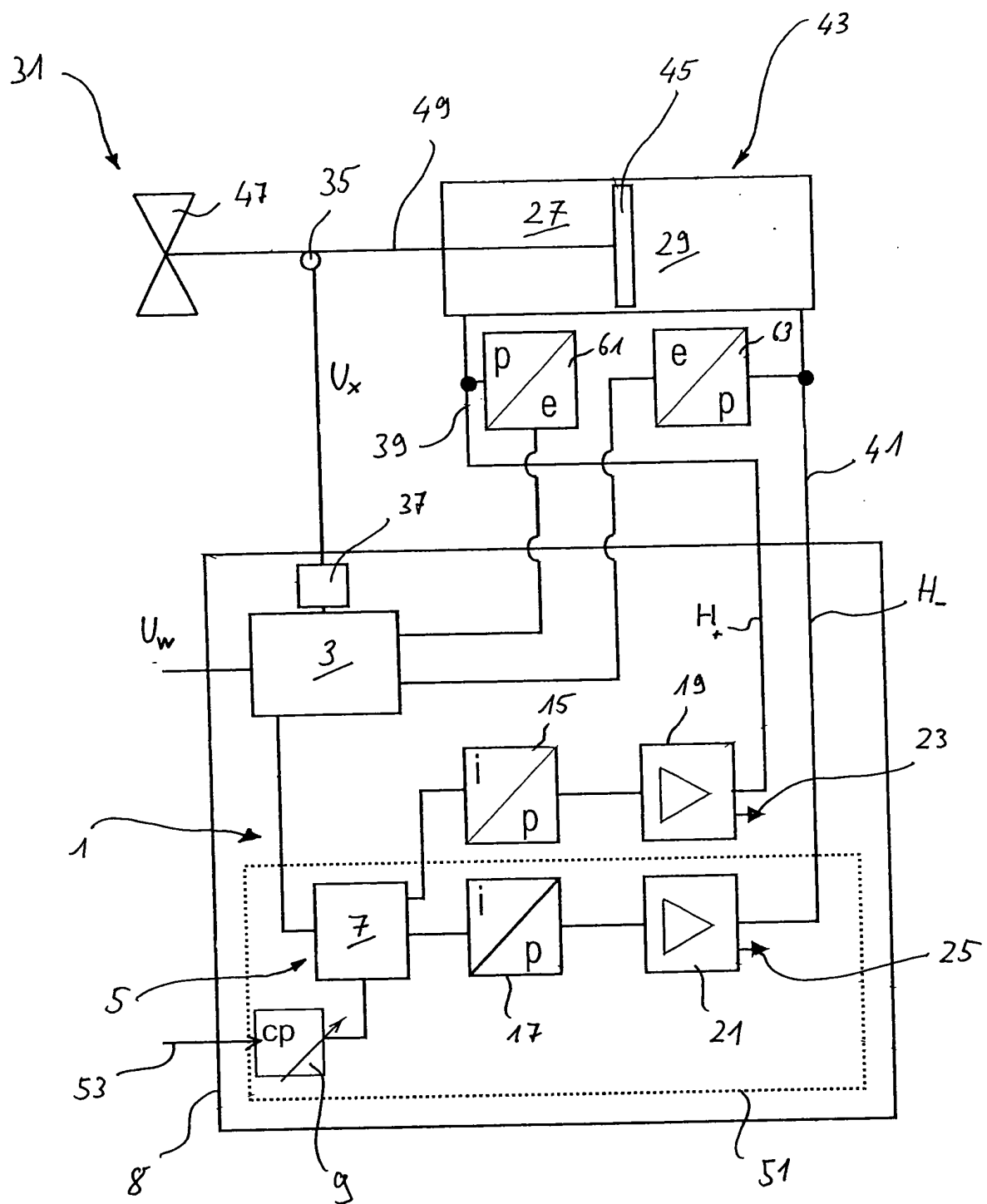


Fig. 4

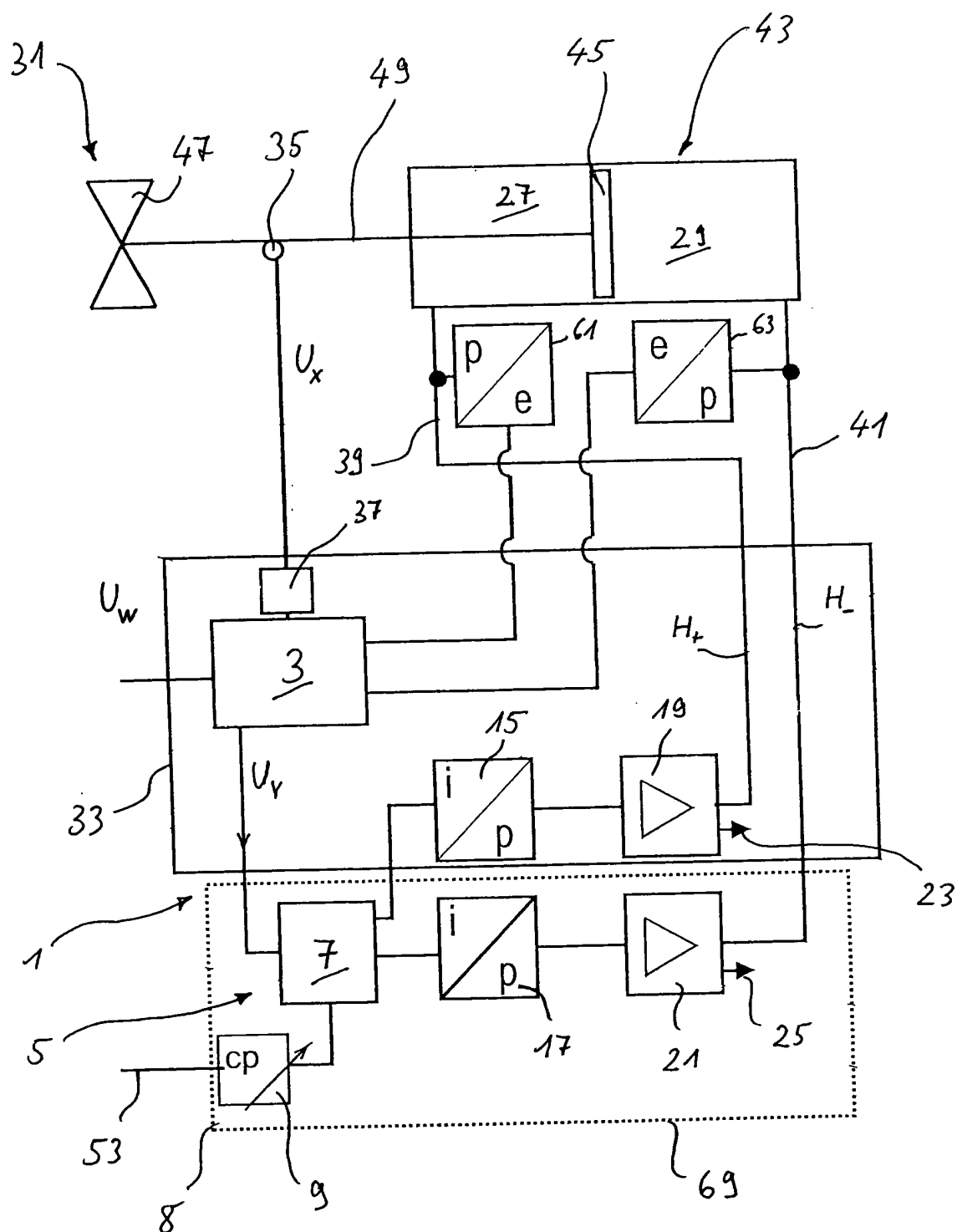


Fig. 5

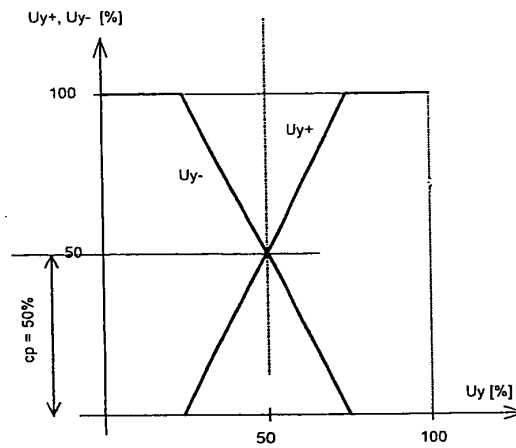


Fig. 6a

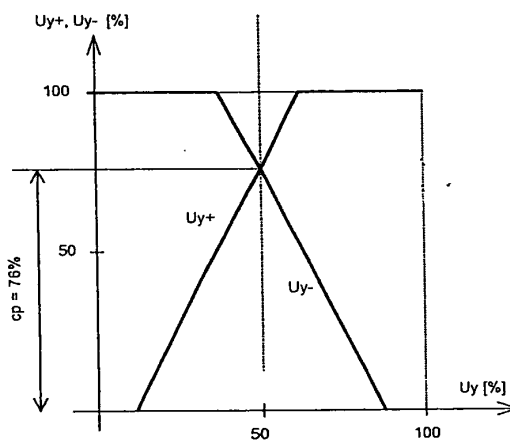


Fig. 6b

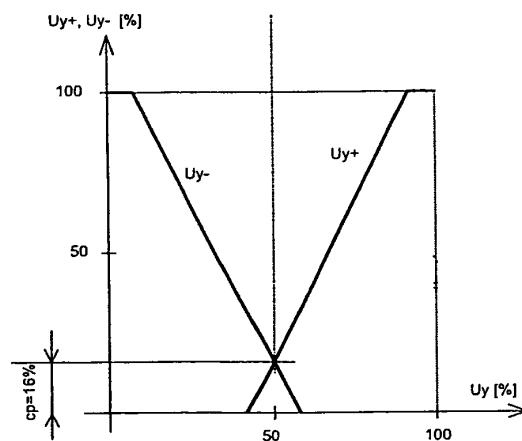


Fig. 6c

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10021744 A1 [0005]
- DE 202004002504 U1 [0006]