

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
09. Januar 2020 (09.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/007923 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16K 37/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/067871

(22) Internationales Anmeldedatum:
03. Juli 2019 (03.07.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 116 048.8
03. Juli 2018 (03.07.2018) DE

(71) Anmelder: **SAMSON AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Weismüllerstraße 3, 60314 Frankfurt am Main
(DE).

(72) Erfinder: **WAGNER-STÜRZ, David**; Im Sandwingert 3,
64367 Mühlthal (DE).

(74) Anwalt: **DENNEMEYER & ASSOCIATES S.A.**; Vogel-
weidstr. 8, 60596 Frankfurt am Main (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: DIAGNOSIS OF POSSIBLE CAUSES OF CHANGES IN A CONTROL VALVE

(54) Bezeichnung: DIAGNOSE VON MÖGLICHEN URSACHEN FÜR VERÄNDERUNGEN AN EINEM STELLVENTIL

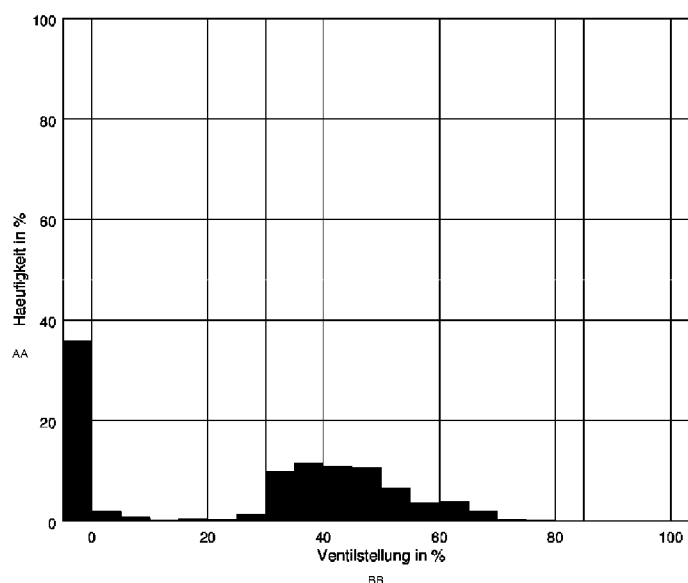


Fig. 3A

AA Frequency in %
BB Valve position in %

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for diagnosing possible causes of changes in at least one control valve, in a system comprising the control valve or in a process performed in the system, wherein the position of the actuator is sensed at least in a first time interval and in a second time interval, a working point or working range from the first time interval and from the second time interval are determined and compared, and possible causes of changes in the at least one control valve, in the system or in the process are diagnosed on the basis of determined differences. Such a diagnosis does not require additional sensing equipment and allows emerging problems or undesirable developments to be identified solely from the operating state of the valve.

(57) **Zusammenfassung:** Vorgeschlagen wird ein Verfahren zur Diagnose von möglichen Ursachen für Veränderungen an mindestens



WO 2020/007923 A1

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

einem Stellventil, an einer Anlage, deren Teil das Stellventil ist, oder an einem Prozess, der auf der Anlage durchgeführt wird, wobei zumindest in einem ersten und in einem zweiten Zeitintervall die Stellung des Stellglieds erfasst wird, ein Arbeitspunkt oder Arbeitsbereich aus dem ersten und aus dem zweiten Zeitintervall ermittelt werden, diese verglichen werden, und aus festgestellten Unterschieden mögliche Ursachen für Veränderungen an dem mindestens einen Stellventil, an der Anlage oder an dem Prozess diagnostiziert werden. Eine solche Diagnose kommt ohne zusätzliche Sensorik aus und ermöglicht, allein aus dem Betriebszustand des Ventils heraus sich abzeichnende Probleme oder Fehlentwicklungen zu erkennen.

Diagnose von möglichen Ursachen für Veränderungen an einem Stellventil

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose von möglichen Ursachen für Veränderungen an mindestens einem Stellventil mit einem Stellglied, an einer Anlage, deren Teil das
5 Stellventil ist, oder an einem Prozess, der auf der Anlage durchgeführt wird, sowie ein Stellventil mit entsprechenden Mitteln.

Stellventile, auch Prozessventile genannt, bestehen aus einem beweglichen Stellglied bzw. Ventilglied und einer Öffnung im Ventilgehäuse. Das Ventilglied ist in der Lage, diese Öffnung entweder teilweise bzw. vollständig freizugeben oder zu verschließen.

10 Optimierungen des Betriebs und der Wartung dieser Ventile, sowie das frühzeitige Erkennen möglichen Fehlverhaltens bzw. von Fehlauslegungen solcher Ventile sind in der Praxis sehr wichtig.

Stand der Technik

15 Die Druckschrift EP 315 391 B1 beschreibt mehrere Abtastsysteme, bei denen Abtastwerte mit Referenzwerten verglichen werden, um Abweichungen beim Betrieb eines Ventils festzustellen. Nachteilig ist dabei, dass entweder zusätzliche Kraftsensoren oder zusätzliche Abtasteinrichtungen benötigt werden, um auf einen Verschleiß des Ventils schließen zu können. Der Arbeitspunkt des Ventils wird nicht berücksichtigt.

20 In EP 2 884 358 B1 wird ein Steuerungssystem für eine komplette Anlage beschrieben, das Prozessdaten verwendet und diese zu Normal-Werten in Beziehung setzt. Arbeitspunkte bzw. Arbeitsbereiche der einzelnen beteiligten Ventile werden nicht ausgewertet, vielmehr geht es im Wesentlichen um eine komplexe Anlagensteuerung.

25 Aufgabe

Aufgabe der Erfindung ist es, Verfahren und Vorrichtungen zur Diagnose von möglichen Ursachen für Veränderungen an mindestens einem Stellventil, einer Anlage, deren Teil das

Stellventil ist, oder einem Prozess anzugeben, die ohne zusätzliche Sensoren oder Abtasteinrichtungen auskommen.

Lösung

5 Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Gegenstände der unabhängigen Ansprüche sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird hiermit durch Bezugnahme zum Inhalt dieser Beschreibung gemacht.

10 Die Verwendung der Einzahl soll die Mehrzahl nicht ausschließen, was auch im umgekehrten Sinn zu gelten hat, soweit nichts Gegenteiliges offenbart ist.

 Im Folgenden werden einzelne Verfahrensschritte näher beschrieben. Die Schritte müssen nicht notwendigerweise in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden, und das zu schildernde Verfahren kann auch weitere, nicht genannte Schritte aufweisen.

15 Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zur Diagnose von möglichen Ursachen für Veränderungen an mindestens einem Stellventil mit einem Stellglied, an einer Anlage, deren Teil das Stellventil ist, oder an einem Prozess, der auf der Anlage durchgeführt wird, vorgeschlagen. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

20 Wenn sich das Stellglied nicht bewegt, also insbesondere dann, wenn keine Bewegung vorgesehen ist und kein Steuerimpuls vorliegt, werden zu einer Mehrzahl von Zeitpunkten Daten betreffend die Stellung des Stellglieds erfasst. Diese Daten können beispielsweise die genaue Position des Stellglieds oder der Zustand des zugehörigen Reglers sowie der zugehörige Zeitpunkt sein. Dieses Erfassen geschieht zumindest in einem ersten und in einem zweiten Zeitintervall, typischerweise in regelmäßigen zeitlichen Abständen. Es werden Charakteristika der

25 Daten aus dem ersten Zeitintervall ermittelt. Dabei kann es sich beispielsweise um den Arbeitspunkt, einen Mittelwert, dessen Varianz, einen Arbeitsbereich, oder, falls vorhanden, lokale Maxima handeln. Für die Untersuchung von Arbeitspunkt bzw. Arbeitsbereich ist hierbei besonders von Interesse, ob eine Häufung der Daten bestimmt werden kann. Die gleichen Charakteristika werden für die Daten aus dem zweiten Zeitintervall ermittelt. Dann werden die Charakteristika

30 der Daten aus den beiden Zeitintervallen verglichen, um Veränderungen zu detektieren. Dabei kann es sich insbesondere um Veränderungen des Arbeitspunktes bzw. des Ventilkegels oder des Ventilsitzes handeln. Aus festgestellten Unterschieden in den Charakteristika werden mögliche Ursachen für Veränderungen an dem mindestens einen Stellventil, an der Anlage oder an dem Prozess diagnostiziert, und diese Diagnose wird ausgegeben.

35 Auf diese Weise lässt sich ohne zusätzliche Sensoren oder komplizierte Überwachungssysteme in einfacher Weise detektieren, ob sich der Zustand des Prozesses oder des Stellventils ändert, und insbesondere aus dieser Veränderung eine Diagnose ableiten, die es ermög-

licht, frühzeitig bzw. in vorausschauender Weise auf sich abzeichnende Probleme oder Fehlentwicklungen zu reagieren.

Selbstverständlich ist es sinnvoll, wenn in einem zusätzlichen Schritt die Diagnose an der
5 Anlage und/oder dem Stellventil überprüft wird.

Für eine sinnvolle Auswertung der Daten, insbesondere in Bezug auf den Arbeitspunkt bzw. Arbeitsbereich des Stellventils, ist es hilfreich, wenn die Daten betreffend die Stellung des Stellglieds aussortiert und nicht erfasst werden, wenn die zugehörige Position des Stellgliedes
10 0% oder 100% entspricht. Dies entspricht jeweils der geschlossenen und der vollständig geöffneten Ventilstellung, die mit dem Arbeitspunkt des Ventils naturgemäß nichts zu tun haben.

Die Auswertung der Daten wird zudem erleichtert, wenn die weiteren Schritte nur durchgeführt werden, wenn für jedes betrachtete Zeitintervall zu den Charakteristika der Daten aus
15 dem betrachteten Zeitintervall gehört, dass mindestens ein lokales Maximum zugewiesen werden kann. Nur dann ist eine Bestimmung des Arbeitspunktes bzw. Arbeitsbereichs ohne große Unsicherheit und/oder großen Aufwand möglich.

Dadurch, dass festgestellte Unterschiede in den Charakteristika der Daten aus den beiden
20 Zeitintervallen auf ihre Signifikanz hin überprüft werden, kann sichergestellt werden, dass die Diagnose auf wirklichen Effekten beruht. Fehllarme und unsinnige Diagnosen können so unterdrückt werden.

Besonders aussagekräftig wird die Diagnose, wenn für jedes betrachtete Zeitintervall aus
25 den Charakteristika der Daten ein Arbeitspunkt und/oder ein Arbeitsbereich des Stellventils bestimmt werden.

Eine falsche Auslegung der Größe des Stellventils kann diagnostiziert werden, wenn der Arbeitspunkt nicht einer Ventilstellung zwischen 50% und 70% entspricht. Das ist darin begründet, dass Stellventile bei einer Stellung von etwa 70% am effektivsten arbeiten. Aus Sicherheitsgründen ist oft eine gewisse Überdimensionierung der Ventile gewünscht.
30

Eine Änderung am Prozess oder eine Veränderung des von dem Ventil gesteuerten Fluids kann diagnostiziert werden, wenn Unterschiede in den Charakteristika der Daten zweier
35 Zeitintervalle festgestellt werden, wobei die Zeitintervalle um nicht mehr als zwei Wochen, bevorzugt eine Woche, besonders bevorzugt 96 Stunden, ganz besonders bevorzugt 48 Stunden auseinanderliegen. Solche Änderungen sind als kurzfristig anzusehen und können im Wesentli-

chen nicht durch Verschleißerscheinungen hervorgerufen worden sein.

Verschleiß oder ein Defekt an dem Ventil kann diagnostiziert werden, wenn Unterschiede in den Charakteristika der Daten zweier Zeitintervalle nur festgestellt werden, wenn die Zeitintervalle um mehr als 3 Wochen, bevorzugt mehr als 2 Monate, besonders bevorzugt mehr als 6 Monate, ganz besonders bevorzugt mehr als ein Jahr auseinanderliegen. Solche Änderungen sind langfristiger Natur und entsprechen also nicht Prozessänderungen.

Ablagerungen auf dem Ventilsitz oder Ventilkegel können diagnostiziert werden, wenn der Arbeitspunkt und/oder Arbeitsbereich zu einer weiter geöffneten Ventilstellung hin verschoben wird. Derartige Ablagerungen verringern den Durchfluss durch das Ventil.

Abnutzung oder Verschleiß des Ventilsitzes und/oder Ventilkegels kann diagnostiziert werden, wenn der Arbeitspunkt und/oder Arbeitsbereich zu einer stärker geschlossenen Ventilstellung hin verschoben wird. Solche Verschleißerscheinungen erhöhen den Durchfluss durch das Ventil.

Wird nicht nur ein Arbeitspunkt, sondern ein Arbeitsbereich mit einer Breite bestimmt, kann aus einer Zunahme der Breite dieses Arbeitsbereichs eine Abnahme der Stabilität des Prozesses diagnostiziert werden, und/oder aus einer Abnahme der Breite des Arbeitsbereichs kann entsprechend eine Zunahme der Stabilität des Prozesses diagnostiziert werden.

Wird eine Diagnose von möglichen Ursachen für Veränderungen an einer Anlage oder einem Prozess mit einer Mehrzahl von Ventilen vorgesehen, kann dann ein Defekt an einer Pumpe diagnostiziert werden, wenn bei einer Mehrzahl von Ventilen, die mit der Pumpe in Wechselwirkung stehen, der Arbeitspunkt und/oder Arbeitsbereich zu einer weiter geöffneten Ventilstellung hin verschoben wird. Dann ist nämlich bei dieser Mehrzahl von Ventilen gemeinsam der Durchfluss niedriger als erwartet, was gegen eine Ursache bei einem einzelnen dieser Ventile spricht.

Ein besonders günstiges Verfahren zum Bestimmen des Arbeitsbereichs des Stellventils ergibt sich, wenn im betrachteten Zeitintervall folgende Schritte ausgeführt werden: Aus den Daten betreffend die Stellung des Stellglieds wird ein Histogramm gebildet. Das lokale Maximum der Häufigkeiten der Stellung des Stellglieds in diesem Histogramm wird bestimmt und dem Arbeitsbereich zugewiesen. Solange die dem Arbeitsbereich zugewiesene Häufigkeit weniger als 50% der Gesamthäufigkeit beträgt, wird die dem Arbeitsbereich im Histogramm jeweils direkt benachbarte Stellung des Stellglieds mit der größten Häufigkeit dem Arbeitsbereich hin-

zugefügt. Dadurch erhält man den Bereich um das lokale Maximum herum, in dem mindestens 50% aller Positionsdaten des Stellglieds liegen. Es liegt also nicht nur ein lokales Maximum bei einer scharfen Position vor, sondern ein zusammenhängender Bereich mit einer gewissen Breite, der die Positionen umfasst, in denen sich das Stellglied des Stellventils am häufigsten befindet.

Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Stellventil mit Mitteln zum Ausführen eines Verfahrens, wie es soeben beschrieben wurde.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Stellventil, mit Mitteln zum Erfassen von Daten zur Stellung des Stellglieds und des zugehörigen Zeitpunktes, wobei diese Mittel so konfiguriert sind, dass sie Daten zur Stellung des Stellglieds und den jeweils zugehörigen Zeitpunkt erfassen können, wenn sich das Stellglied nicht bewegt. Außerdem mit Mitteln zum Bestimmen von Zeitintervallen, wobei diese Mittel zumindest ein erstes und ein zweites Zeitintervall bestimmen können, und wobei Daten zur Stellung des Stellglieds und der jeweils zugehörige Zeitpunkt in den zumindest ersten und zweiten Zeitintervallen erfasst werden. Zudem sind Mittel zum Bestimmen und Vergleichen von Charakteristika von Daten aus Zeitintervallen vorhanden, wobei diese Mittel so konfiguriert sind, dass sie die gleichen Charakteristika der Daten aus dem vorgenannten ersten und dem vorgenannten zweiten Zeitintervall bestimmen und miteinander vergleichen können. Ferner Mittel zum Erstellen und Ausgeben einer Diagnose; wobei diese Mittel eine Diagnose erstellen und ausgeben können, wenn die vorgenannten Mittel zum Bestimmen und Vergleichen von Charakteristika von Daten Unterschiede in den Charakteristika der Daten aus dem ersten und zweiten Zeitintervall feststellen.

Besonders einfach und sicher (z.B. im Hinblick auf Netzwerksicherheit) gestaltet sich das Stellventil, wenn ein Steuermodul vorhanden ist, wobei die Mittel zum Erfassen von Daten, zum Bestimmen von Zeitintervallen, zum Bestimmen und Vergleichen von Charakteristika von Daten, und zum Erstellen und Ausgeben einer Diagnose durch das Steuermodul bereitgestellt werden.

Eine zentralisierte Überwachung, und vergleichsweise geringer Aufwand bei ggf. erforderlichen aufwendigen Berechnungen und/oder Analysen der Daten wird erreicht, wenn das Stellventil ein Steuermodul hat, wobei die Mittel zum Erfassen von Daten, zum Bestimmen von Zeitintervallen, zum Bestimmen und Vergleichen von Charakteristika von Daten, und zum Erstellen und Ausgeben einer Diagnose durch mindestens ein Gerät bereitgestellt werden, welches über ein Netzwerk mit dem Steuermodul verbunden ist. Bei dem mindestens einen Gerät kann es sich z.B. um Computer in einer Cloud handeln.

Die Aufgabe wird zudem dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren, wie es weiter oben beschrieben wurde, die Verfahrensschritte als Programmcode formuliert sind, mit dem das Verfahren auf mindestens einem Computer ablaufen kann.

5

Ferner wird die Aufgabe gelöst durch ein Computerprogramm, welches ausführbare Instruktionen beinhaltet, welche bei Ausführung auf einer Recheneinheit, einem Mikrocontroller, DSP, FPGA oder Computer oder auf einer Mehrzahl davon in einem Netzwerk das Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche ausführt.

10 Weiterhin wird die Aufgabe gelöst durch ein Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um das erfindungsgemäße Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen durchzuführen, wenn das Programm auf einer Recheneinheit, einem Mikrocontroller, DSP, FPGA oder Computer oder auf einer Mehrzahl davon in einem Netzwerk ausgeführt wird. Insbesondere können die Programmcode-Mittel auf einem computerlesbaren Datenträger gespeicherte Instruktionen sein.

15 Außerdem wird die Aufgabe gelöst durch einen Datenträger, auf dem eine Datenstruktur gespeichert ist, die nach einem Laden in einen Arbeits- und/oder Hauptspeicher einer Recheneinheit, eines Mikrocontrollers, DSPs, FGAs oder Computers oder einer Mehrzahl davon in einem Netzwerk das erfindungsgemäße Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen ausführen kann.

20 Auch wird die Aufgabe gelöst durch ein Computerprogramm-Produkt mit auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode-Mitteln, um das erfindungsgemäße Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen durchzuführen, wenn das Programm auf einer Recheneinheit, einem Mikrocontroller, DSP, FPGA oder Computer oder auf einer Mehrzahl davon in einem Netzwerk ausgeführt wird. Dabei wird unter einem Computer-Programmprodukt das Programm als handelbares Produkt verstanden. Es kann grundsätzlich in beliebiger Form vorliegen, so zum Beispiel auf Papier oder einem computerlesbaren Datenträger und kann insbesondere über ein Datenübertragungsnetz verteilt werden.

Schließlich wird die Aufgabe gelöst durch ein moduliertes Datensignal, welches von einer Recheneinheit, einem Mikrocontroller, DSP, FPGA oder Computer oder von einer Mehrzahl
30 davon in einem Netzwerk ausführbare Instruktionen zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer seiner Ausgestaltungen enthält.

Als Computersystem zum Ausführen des Verfahrens kommen sowohl ein einzelner Computer oder Mikrocontroller, DSPs oder FGAs in Betracht, als auch ein Netzwerk von Mikrocontrollern, DSPs, FGAs oder Rechnern, beispielsweise ein hausinternes, geschlossenes Netz, oder auch Rechner, die über das Internet miteinander verbunden sind. Ferner kann das Computersystem durch eine Client-Server-Konstellation realisiert sein, wobei Teile der Erfindung auf
35 dem Server, andere auf einem Client ablaufen.

Außerdem wird die Aufgabe durch ein Steuermodul für ein Stellventil gelöst, welches Mittel zum Ausführen des beschriebenen Verfahrens bereitstellt. Mit einem solchen Steuermodul lassen sich bereits existierende Stellventile in erfindungsgemäßer Weise nachrüsten.

5

Weitere Einzelheiten und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Unteransprüchen. Hierbei können die jeweiligen Merkmale für sich alleine oder zu mehreren in Kombination miteinander verwirklicht sein. Die Möglichkeiten, die Aufgabe zu lösen, sind nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt. So umfassen beispielsweise Bereichsangaben stets alle - nicht genannten - Zwischenwerte und alle denkbaren Teilintervalle.

10

Die Ausführungsbeispiele sind in den Figuren schematisch dargestellt. Gleiche Bezugsziffern in den einzelnen Figuren bezeichnen dabei gleiche oder funktionsgleiche bzw. hinsichtlich ihrer Funktionen einander entsprechende Elemente. Im Einzelnen zeigt:

15

- Fig. 1A den typischen Aufbau eines Stellventils in geöffneter Stellung;
- Fig. 1B den typischen Aufbau eines Stellventils in geschlossener Stellung;
- Fig. 2A ein typisches Histogramm der Ventilstellung, bei dem das Stellventil anhand des Arbeitsbereichs als überdimensioniert erkannt werden kann;
- 20 Fig. 2B ein Histogramm der Ventilstellung, bei dem der Arbeitsbereich gegenüber Fig. 2A zum weiter geöffneten Zustand hin verschoben ist.;
- Fig. 3A ein weiteres typisches Histogramm einer Ventilstellung; und
- Fig. 3B ein Histogramm der Ventilstellung, bei dem der Arbeitsbereich gegenüber Fig. 3A stark zum stärker geschlossenen Zustand hin verschoben ist.

25

Fig. 1A zeigt einen typischen Aufbau eines Stellventils 100 mit einem Ventilgehäuse 105. Zwischen der Zuströmseite 110 und der Abströmseite 115 befindet sich ein Ventilglied 120, das zum Drosseln der Strömung eines von der Zuströmseite 110 zur Abströmseite 115 fließenden Prozessfluids in den Ventilsitz 125 gepresst werden kann. Dazu dient die Ventilstange bzw. Antriebsstange 130. Die Durchführung der Ventilstange 130 durch das fluiddichte Ventilgehäuse 105 ist durch eine Dichtung bzw. Stopfbuchse 140 abgedichtet.

30

Am oberen Ende der Ventilstange 130 befindet sich ein fluidischer Antrieb 145, wobei das Antriebsfluid typischerweise Gas ist. Der Antrieb 145 weist zwei Kammern auf, eine untere Druckluftkammer 150 und eine obere Kammer 155, in der Federn 160 über eine Platte 165 auf die Ventilstange 130 einwirken. Die beiden Kammern 150 und 155 sind durch eine Membran 170 voneinander getrennt, wobei die Membran 170 undurchlässig ist gegenüber dem Antriebsfluid, typischerweise Druckluft. Ein solcher Aufbau wird als einfachwirkender Pneumatikantriebe

35

bezeichnet, da nur in eine Kammer, die Druckluftkammer 150, Druckluft eingeführt wird und nicht in beide. Die Durchführung der Ventilstange 130 durch das Gehäuse des Antriebs 145 muss dicht sein gegenüber dem Antriebsfluid. Zu diesem Zweck ist diese Durchführung durch eine Antriebsgehäuse-Abdichtung 175 abgedichtet.

5 Typischerweise befindet sich an der Ventilstange 130 noch ein Signalnehmer bzw. Stellungssensor 180 zum Bestimmen der Position des Ventilieds 120.

In Fig. 1A befindet sich ausreichend Druckluft in der Druckluftkammer 150, so dass das Stellventil 100 geöffnet ist.

10 In Fig. 1B ist die Druckluftkammer 150 entlüftet, so dass die Federn 160 das Stellventil 160 schließen konnten.

Die Bestimmung des Arbeitspunkts bzw. Arbeitsbereichs beruht vorzugsweise auf der Auswertung des Histogramms der Ventilstellung. Das Histogramm wird auf Häufungen analysiert. Typische Histogramme dieser Art sind in den Figuren 2A, 2B, 3A und 3B zu sehen. Zur Auswertung werden zweckmäßigerweise die Randbereiche (also diejenigen Daten, die 0% bzw. 100% entsprechen, da das Ventil dann völlig geschlossen oder offen ist) abgeschnitten.

Um den Arbeitsbereich zu erhalten, wird vorzugsweise von der höchsten Säule (mit Ausnahme von 0% und 100%) des Histogramms ausgegangen, also vom lokalen Maximum der Häufigkeit. Anschließend werden ggf. solange Nachbar-Säulen hinzugefügt, bis ein gewisser Prozentsatz der Gesamthäufigkeit erreicht ist, z.B. 50%. Dann bewegt sich das Ventil mindestens 50% der Zeit in diesem Bereich. Beim typischen Vorgehen wird immer die angrenzende Säule des Histogramms dem Arbeitsbereich hinzugefügt, die die jeweils höhere Häufigkeit aufweist.

25 Es sind natürlich auch andere Vorgehensweisen denkbar, z.B. können bis zum Erreichen der gewünschten Häufigkeit jeweils beide benachbarten Säulen hinzugefügt werden. Oder es wird der Mittelwert +/- eine oder mehrere Standardabweichungen als Arbeitsbereich definiert.

Anhand der Histogramme lassen sich verschiedene Veränderungen des Arbeitsbereichs feststellen, die zu verschiedenen Diagnosen führen können.

In Fig. 2A ist z.B. deutlich zu erkennen, dass der Arbeitsbereich eher um 40% herum liegt als im optimalen Bereich von 60-70%. Dies erlaubt die Schlussfolgerung, dass das Stellventil für den Prozess, der dort abläuft, überdimensioniert ist, da es im Normalfall nicht so weit öffnet, wie sinnvoll wäre, um maximale Effektivität beim Betrieb des Ventils zu erreichen.

35 Bei der weiteren Auswertung ist es sinnvoll, zwischen kurzfristigen und langfristigen Änderung zu unterscheiden. Langfristige Änderungen können sich hierbei über mehrere Monate, Jahre oder sogar über die gesamte Lebenszeit der Anlage bzw. des Ventils erstrecken. Kurzfris-

tige Änderungen können dagegen im Bereich von Stunden, einigen Tagen bis maximal Wochen liegen. Je nachdem, ob die Änderungen kurz- oder langfristig erfolgen, kann davon ausgegangen werden, dass sie auf Prozessänderungen, oder z.B. Änderungen in der Zusammensetzung des zu regelnden Fluids zurückgehen (kurzfristig), oder z.B. auf Verschleißerscheinungen am Ventil (langfristig).

Beim Übergang von Fig. 2A zu Fig. 2B ist zu erkennen, dass der Arbeitsbereich in Fig. 2B zum weiter geöffneten Zustand hin verschoben ist. Handelt es sich um einen langfristig auftretenden Effekt, wären hier z.B. Ablagerungen am Ventilsitz oder Ventilkegel zu diagnostizieren.

Tritt der Effekt hingegen kurzfristig auf, und ggf. auch bei weiteren, im Prozessverlauf dahinter liegenden Ventilen ebenfalls, könnte eine möglicherweise defekte Pumpe (die weniger als vorgesehen fördert) im Vorlaufbereich des Ventils diagnostiziert werden.

Beim Übergang von Fig. 3A zu Fig. 3B ist zu erkennen, dass der Arbeitsbereich stark zum stärker geschlossenen Zustand hin verschoben ist. Handelt es sich hierbei um einen langfristigen Effekt, könnte Abnutzung des Ventilsitzes oder Ventilkegels diagnostiziert werden.

Aufgrund der Stärke der Verschiebung ist allerdings davon auszugehen, dass auch ggf. Prozessveränderungen hier mit eine Rolle spielen. Bei einer kurzfristigen Änderung dieser Art wäre das auch die zu erstellende Diagnose.

Weiterhin sind Veränderungen in der Breite des Arbeitsbereichs von Relevanz. Verbreitert sich der Arbeitsbereich, ist eine Verringerung der Prozessstabilität festzustellen. Wird der Arbeitsbereich hingegen schmaler, so läuft der Prozess offenbar stabiler.

Mit diesen Regeln lässt sich allein mit der Kenntnis der Ruhepositionen des Stellventils eine Diagnose für Probleme erreichen, die auftreten können und Veränderungen am Stellventil bewirken. Aufgrund dieser Diagnosen kann z.B. mit Wartungsmaßnahmen eingegriffen werden, bevor es zu Schäden oder Ausfällen an der Anlage kommt. Und für diese Diagnosen bedarf es keiner zusätzlichen Sensoren.

Glossar

Arbeitsbereich

- 5 Damit wird ein Bereich bzw. Intervall bezeichnet, der den Arbeitspunkt beinhaltet. Dies ist immer dann sinnvoll, wenn sich ein Arbeitspunkt nicht genau bestimmen lässt, weil z.B. die Positionsauflösung der zur Verfügung stehenden Daten zu gering ist oder der Zustand, der erfasst wird, zu stark schwankt. Ein solcher Arbeitsbereich kann z.B. durch die Forderung definiert werden, dass 50% der Werte umfasst sein müssen.

10 Arbeitspunkt

- Der Arbeitspunkt, auch Betriebspunkt oder -zustand genannt, ist ein bestimmter Punkt im Kennfeld oder auf der Kennlinie eines technischen Gerätes, der aufgrund der Systemeigenschaften und einwirkenden äußeren Einflüsse und Parameter eingenommen wird (nach <https://de.wikipedia.org/wiki/Arbeitspunkt>). Bei einem Stellventil ist dies der bei normalem Betrieb vorgesehene Öffnungszustand. Stellventile sind typischerweise so ausgelegt, dass der Arbeitspunkt im Optimum bei 70% Öffnung liegt.
- 15

Prozessventil, Stellventil

- Prozessventile, auch Stell- oder Regelventile genannt, dienen zur Drosselung bzw. Regelung fluidischer Ströme. In einer Durchflussöffnung eines Ventilsitzes wird zu diesem Zweck ein Drosselkörper bzw. Ventilglied mittels eines Antriebs bewegt.
- 20

Bezugszeichen

100	Stell- bzw. Prozessventil
105	Ventilgehäuse
110	Zuströmseite
115	Abströmseite
120	Ventilglied
125	Ventilsitz
130	Ventilstange bzw. Antriebsstange
140	Stopfbuchse bzw. Dichtung
145	fluidischer Antrieb
150	Druckluftkammer
155	obere Kammer
160	Feder
165	Platte
170	Membran
175	Antriebsgehäuse-Abdichtung
180	Signalnehmer

zitierte Literatur

zitierte Patentliteratur

EP 315 391 B1

EP 2 884 358 B1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose von möglichen Ursachen für Veränderungen an mindestens einem Stellventil mit einem Stellglied, an einer Anlage, deren Teil das Stellventil ist, oder an einem Prozess, der auf der Anlage durchgeführt wird, mit folgenden Schritten:
 - 1.1 wenn sich das Stellglied nicht bewegt, werden zu einer Mehrzahl von Zeitpunkten Daten betreffend die Stellung des Stellglieds erfasst;
 - 1.2 dies geschieht zumindest in einem ersten und in einem zweiten Zeitintervall;
 - 1.3 Charakteristika der Daten aus dem ersten Zeitintervall werden ermittelt;
 - 1.4 die gleichen Charakteristika werden für die Daten aus dem zweiten Zeitintervall ermittelt;
 - 1.5 die Charakteristika der Daten aus den beiden Zeitintervallen werden verglichen;
 - 1.6 aus festgestellten Unterschieden in den Charakteristika werden mögliche Ursachen für Veränderungen an dem mindestens einen Stellventil, an der Anlage oder an dem Prozess diagnostiziert;
 - 1.7 die Diagnose wird ausgegeben.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, mit dem folgenden zusätzlichen Schritt:
die Diagnose wird an der Anlage und/oder dem Stellventil überprüft.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Daten betreffend die Stellung des Stellglieds aussortiert und nicht erfasst werden, wenn die zugehörige Position des Stellgliedes 0% oder 100% entspricht.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die weiteren Schritte nur durchgeführt werden, wenn für jedes betrachtete Zeitintervall zu den Charakteristika der Daten aus dem betrachteten Zeitintervall gehört, dass mindestens ein lokales Maximum zugewiesen werden kann.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass festgestellte Unterschiede in den Charakteristika der Daten aus den beiden Zeitintervallen auf ihre Signifikanz überprüft werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass für jedes betrachtete Zeitintervall aus den Charakteristika der Daten ein Arbeitspunkt und/oder ein Arbeitsbereich des Stellventils bestimmt werden.

7. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine falsche Auslegung der Größe des Stellventils diagnostiziert wird, wenn der Arbeitspunkt nicht einer Ventilstellung zwischen 50% und 70% entspricht.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Änderung am Prozess oder eine Veränderung des von dem Ventil gesteuerten Fluids diagnostiziert wird, wenn Unterschiede in den Charakteristika der Daten zweier Zeitintervalle festgestellt werden, wobei die Zeitintervalle um nicht mehr als 2 Wochen auseinanderliegen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass Verschleiß oder ein Defekt an dem Ventil diagnostiziert wird, wenn Unterschiede in den Charakteristika der Daten zweier Zeitintervalle nur festgestellt werden, wenn die Zeitintervalle um mehr als 3 Wochen auseinanderliegen.

10. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet,

dass Ablagerungen auf dem Ventilsitz oder Ventilkegel diagnostiziert werden, wenn ein Unterschied dahingehend festgestellt wird, dass der Arbeitspunkt und/oder Arbeitsbereich zu einer weiter geöffneten Ventilstellung hin verschoben ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass Abnutzung oder Verschleiß des Ventilsitzes und/oder Ventilkegels diagnostiziert werden, wenn ein Unterschied dahingehend festgestellt wird, dass der Arbeitspunkt und/oder Arbeitsbereich zu einer stärker geschlossenen Ventilstellung hin verschoben ist.

12. Verfahren nach Anspruch 6, wobei ein Arbeitsbereich mit einer Breite bestimmt wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass aus einer Zunahme der Breite des Arbeitsbereichs eine Abnahme der Stabilität des Prozesses diagnostiziert wird, und/oder

dass aus einer Abnahme der Breite des Arbeitsbereichs eine Zunahme der Stabilität des Prozesses diagnostiziert wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Diagnose von möglichen Ursachen für Veränderungen an einer Anlage oder einem Prozess mit einer Mehrzahl von Ventilen vorgesehen ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein Defekt an einer Pumpe diagnostiziert wird, wenn ein Unterschied dahingehend festgestellt wird, dass bei einer Mehrzahl von Ventilen, die mit der Pumpe in Wechselwirkung stehen, der Arbeitspunkt und/oder Arbeitsbereich zu einer weiter geöffneten Ventilstellung hin verschoben ist.

14. Verfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass zum Bestimmen des Arbeitsbereichs des Stellventils im betrachteten Zeitintervall folgende Schritte ausgeführt werden:

14.1 aus den Daten betreffend die Stellung des Stellglieds wird ein Histogramm gebildet;

14.2 das lokale Maximum der Häufigkeiten der Stellung des Stellglieds in diesem Histogramm wird bestimmt und dem Arbeitsbereich zugewiesen;

14.3 solange die dem Arbeitsbereich zugewiesene Häufigkeit weniger als 50% der Gesamthäufigkeit beträgt, wird die dem Arbeitsbereich im Histogramm jeweils direkt benachbarte Stellung des Stellglieds mit der größten Häufigkeit dem Arbeitsbereich hinzugefügt.

15. Stellventil mit Mitteln zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche.

16. Stellventil, mit:

16.1 Mitteln zum Erfassen von Daten zur Stellung des Stellglieds und des zugehörigen Zeitpunktes, wobei diese Mittel so konfiguriert sind, dass sie Daten zur Stellung des Stellglieds und den jeweils zugehörigen Zeitpunkt erfassen können, wenn sich das Stellglied nicht bewegt;

16.2 Mitteln zum Bestimmen von Zeitintervallen, wobei diese Mittel zumindest ein erstes und ein zweites Zeitintervall bestimmen können;

16.3 wobei Daten zur Stellung des Stellglieds und der jeweils zugehörige Zeitpunkt in den zumindest ersten und zweiten Zeitintervallen erfasst werden; und mit

16.4 Mitteln zum Bestimmen und Vergleichen von Charakteristika von Daten aus Zeitintervallen, wobei diese Mittel so konfiguriert sind, dass sie die gleichen Charakteristika der Daten aus dem vorgenannten ersten und dem vorgenannten zweiten Zeitintervall bestimmen und miteinander vergleichen können; und

16.5 Mitteln zum Erstellen und Ausgeben einer Diagnose; wobei diese Mittel eine Diagnose erstellen und ausgeben können, wenn die vorgenannten Mittel zum Bestimmen und Vergleichen von Charakteristika von Daten Unterschiede in den Charakteristika der Daten aus dem ersten und zweiten Zeitintervall feststellen.

17. Stellventil nach dem vorhergehenden Anspruch,

gekennzeichnet durch

17.1 ein Steuermodul;

17.2 wobei die Mittel

17.2.1 zum Erfassen von Daten,

17.2.2 zum Bestimmen von Zeitintervallen,

17.2.3 zum Bestimmen und Vergleichen von Charakteristika von Daten, und

17.2.4 zum Erstellen und Ausgeben einer Diagnose

17.3 durch das Steuermodul bereitgestellt werden.

18. Stellventil nach einem der Ansprüche 16 bis 17,

gekennzeichnet durch

18.1 ein Steuermodul;

18.2 wobei die Mittel

18.2.1 zum Erfassen von Daten,

18.2.2 zum Bestimmen von Zeitintervallen,

18.2.3 zum Bestimmen und Vergleichen von Charakteristika von Daten, und

18.2.4 zum Erstellen und Ausgeben einer Diagnose

18.3 durch mindestens ein Gerät bereitgestellt werden, welches über ein Netzwerk mit dem Steuermodul verbunden ist.

19. Verfahren nach einem der Verfahrensansprüche, wobei die Verfahrensschritte als Programmcode formuliert sind, mit dem das Verfahren auf mindestens einem Computer ablaufen kann.

20. Computerprogramm,

dadurch gekennzeichnet,

dass es ausführbare Instruktionen beinhaltet, welche bei Ausführung auf einer Recheneinheit,

einem Mikrocontroller, DSP, FPGA oder Computer oder auf einer Mehrzahl davon in einem Netzwerk das Verfahren nach einem der Verfahrensansprüche ausführt.

21. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um ein Verfahren gemäß einem der Verfahrensansprüche durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einer Recheneinheit, einem Mikrocontroller, DSP, FPGA oder Computer oder auf einer Mehrzahl davon in einem Netzwerk ausgeführt wird.
22. Datenträger, auf dem eine Datenstruktur gespeichert ist, die nach einem Laden in einen Arbeits- und/oder Hauptspeicher einer Recheneinheit, eines Mikrocontrollers, DSPs, FPGAs oder Computers oder einer Mehrzahl davon in einem Netzwerk das Verfahren nach einem der Verfahrensansprüche ausführt.
23. Computerprogramm-Produkt mit auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode-Mitteln, um alle Schritte gemäß einem der Verfahrensansprüche durchzuführen, wenn das Programm auf einer Recheneinheit, einem Mikrocontroller, DSP, FPGA oder Computer oder auf einer Mehrzahl davon in einem Netzwerk ausgeführt wird.
24. Moduliertes Datensignal, welches von einer Recheneinheit, einem Mikrocontroller, DSP, FPGA oder Computer oder von einer Mehrzahl davon in einem Netzwerk ausführbare Instruktionen zum Ausführen eines Verfahrens nach einem der Verfahrensansprüche enthält.
25. Steuermodul für ein Stellventil,
dadurch gekennzeichnet,
dass es Mittel zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Verfahrensansprüche bereitstellt.

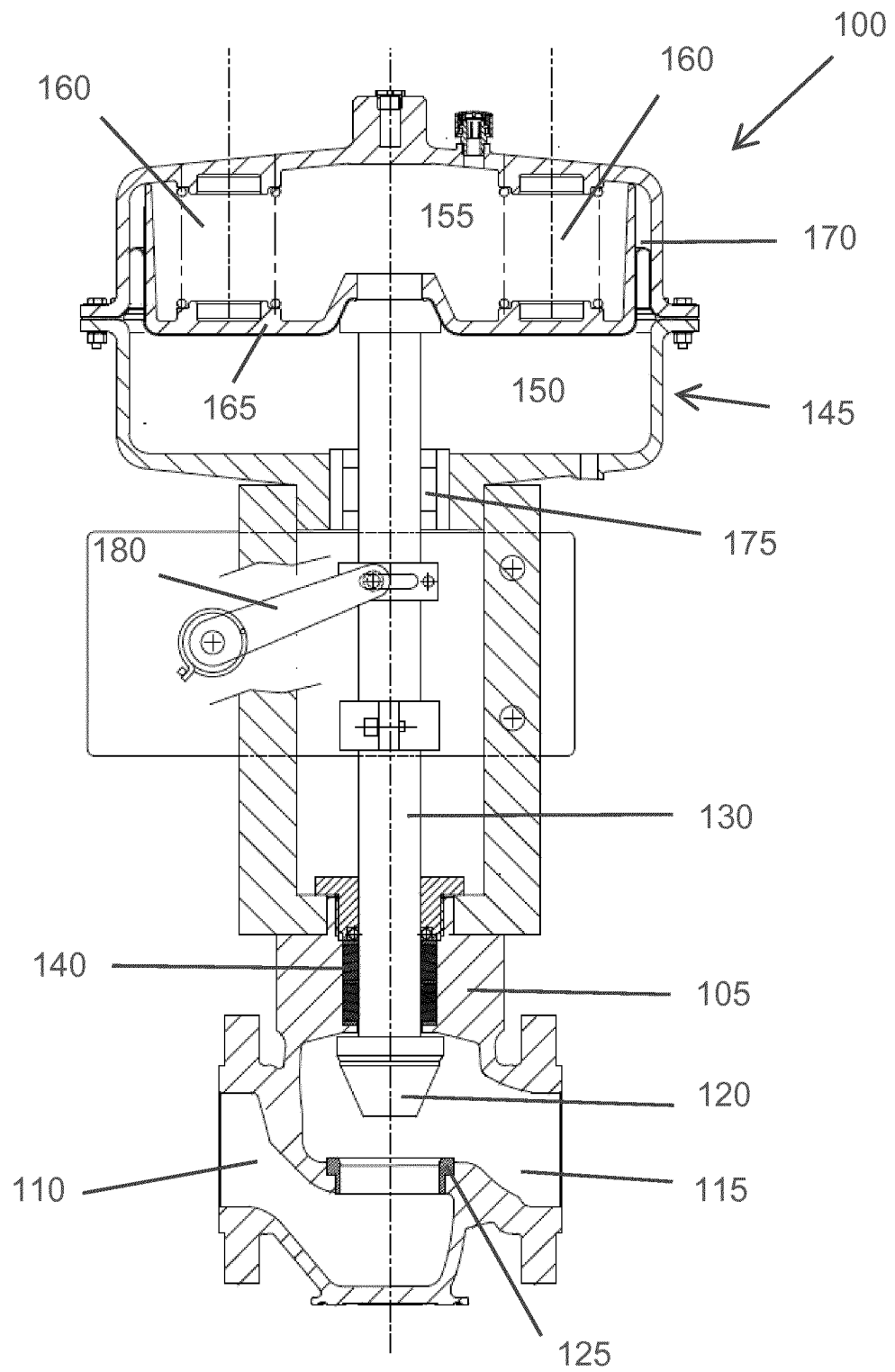


Fig. 1A

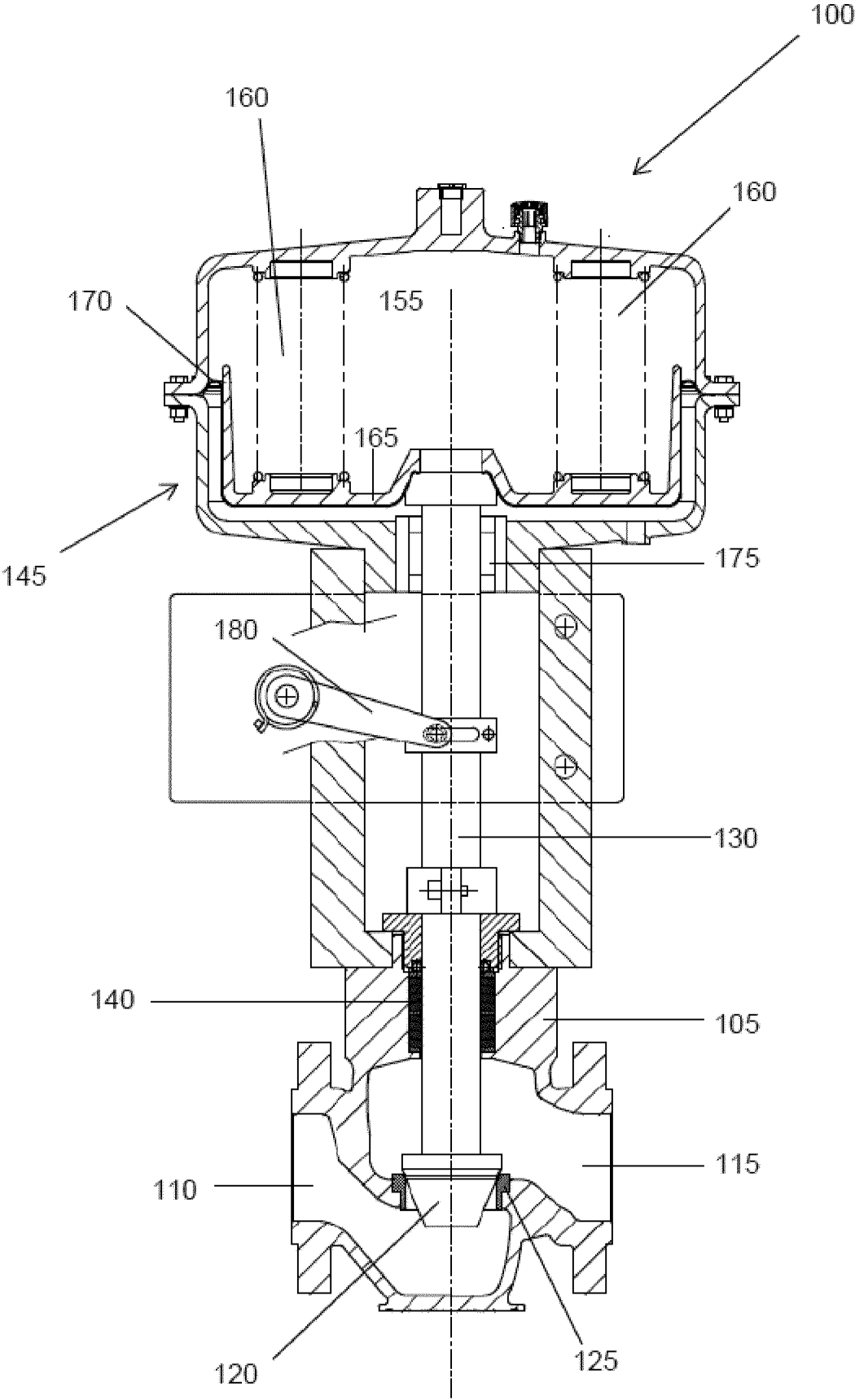


Fig. 1B

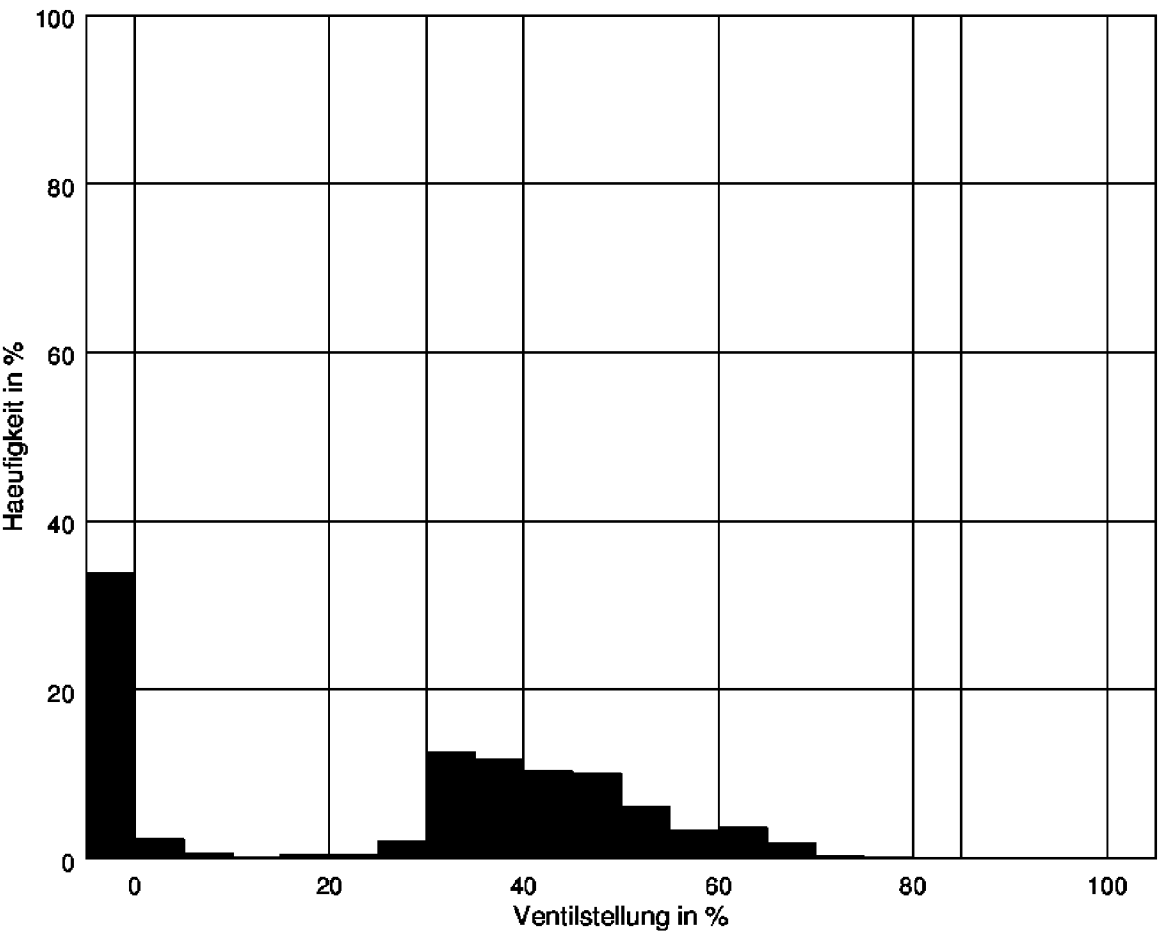


Fig. 2A

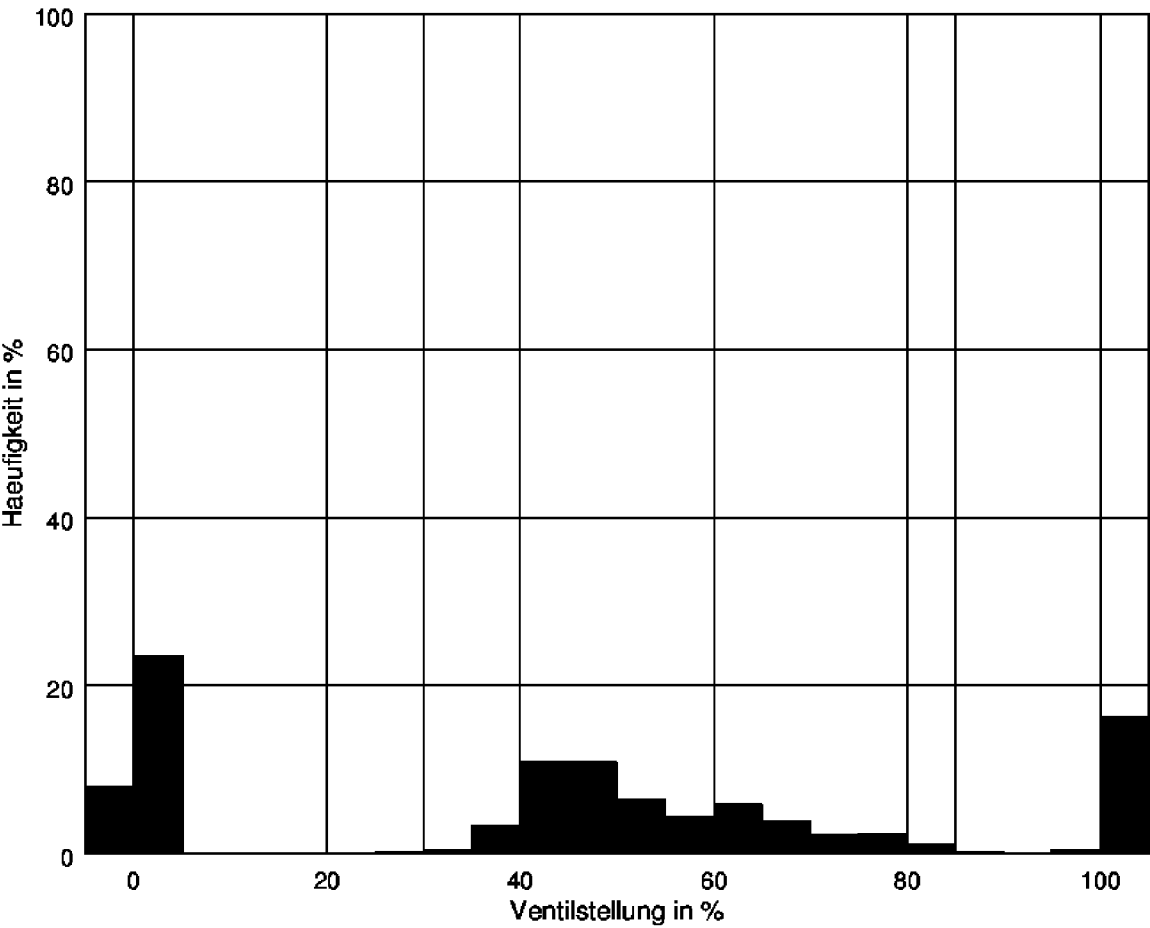


Fig. 2B

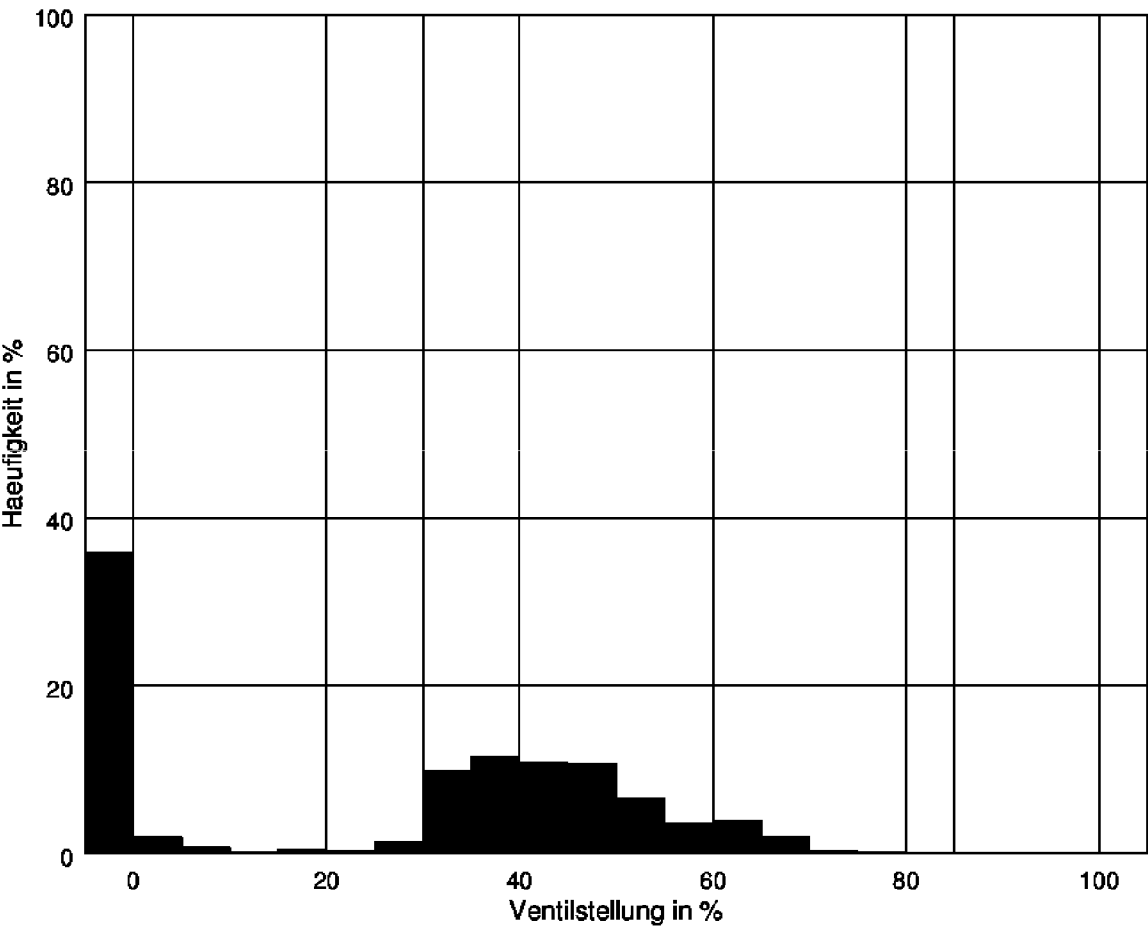


Fig. 3A

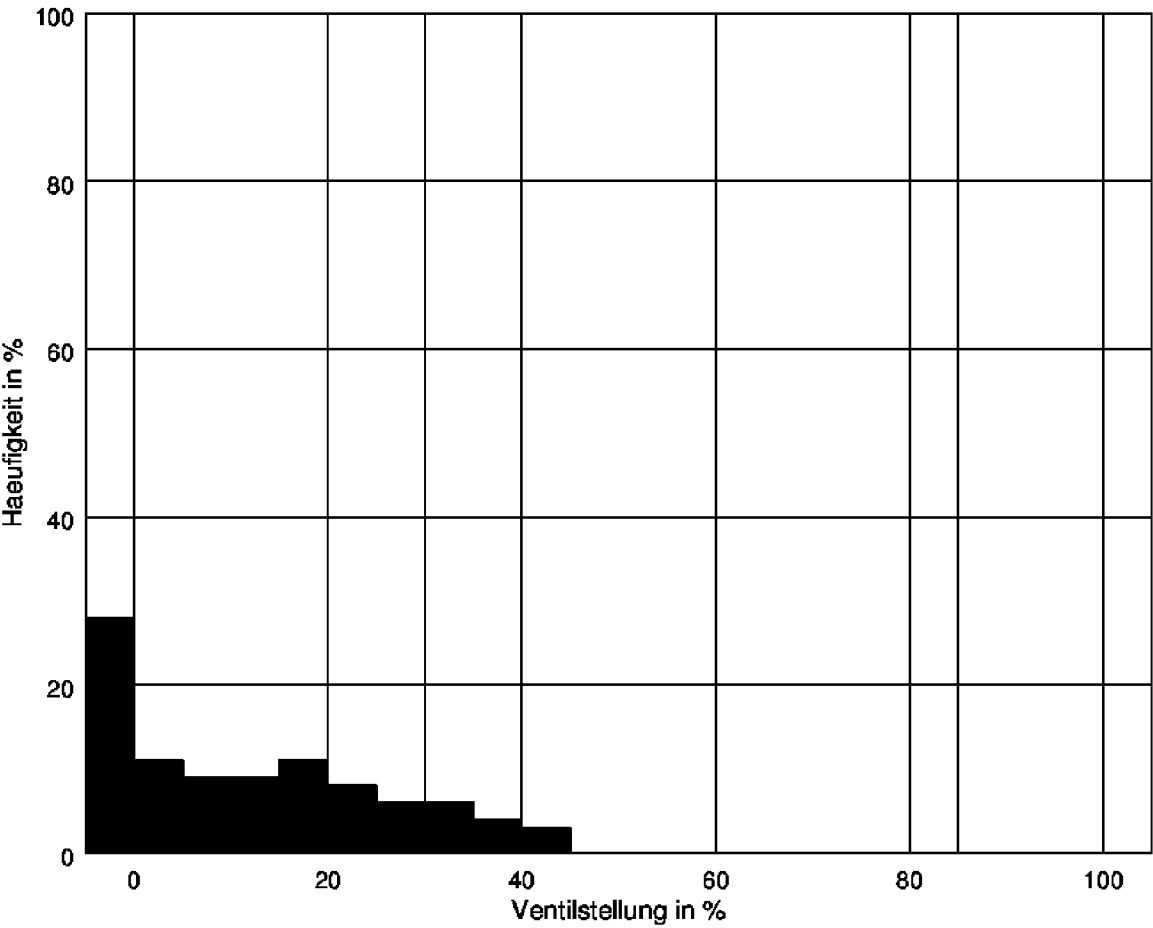


Fig. 3B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/067871

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F16K 37/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 19723650 A1 (SAMSON AG [DE]) 24 December 1998 (1998-12-24)	1-13,15-25
Y	paragraph [0001] - paragraph [0012]; claims 1-27; figures 1-2 paragraph [0042] - paragraph [0051]	14
X	US 7996096 B2 (FISHER CONTROLS INT [US]) 09 August 2011 (2011-08-09) column 5, line 58 - column 17, line 16; claims 1-26; figures 1-9	1-25
X	WO 9506276 A1 (ROSEMOUNT INC [US]) 02 March 1995 (1995-03-02) page 6, line 23 - page 24, line 11; claims 1-27; figures 1-9	1-25
Y	DE 10344088 A1 (SAMSON AG [DE]) 04 August 2005 (2005-08-04) paragraph [0074] - paragraph [0088]; claims 1-33; figures 1-2	14
A	EP 2792919 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 22 October 2014 (2014-10-22) paragraph [0013] - paragraph [0069]; figures 1-7B	1-25
A	WO 2011135155 A1 (METSO AUTOMATION OY [FI]; NOUSIAINEN SAMI [FI]) 03 November 2011 (2011-11-03) page 7, line 5 - page 14, line 17; claims 1-15; figures 1-9	1-25



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 October 2019

Date of mailing of the international search report

16 October 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Müller, Bernhard

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/067871

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016169410 A1 (WHEELER FREDERICK WILSON [US] ET AL) 16 June 2016 (2016-06-16) paragraph [0019] - paragraph [0079]; claims 1-20; figures 1-13	1-25
A	WO 9716776 A1 (FISHER CONTROLS INT [US]) 09 May 1997 (1997-05-09) page 5, line 15 - page 29, line 24; figures 1-6B	1-25
A	US 4523286 A (KOGA TSUGUAKI [JP] ET AL) 11 June 1985 (1985-06-11) column 3, line 3 - column 11, line 67; claims 1-12; figures 1-14	1-25
A	WO 2013184863 A1 (FISHER CONTROLS INT [US]) 12 December 2013 (2013-12-12) paragraph [0019] - paragraph [0071]; claims 1-24; figures 1-13	1-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/067871

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	19723650	A1	24 December 1998	DE	19723650	A1	24 December 1998
				FR	2764712	A1	18 December 1998
				US	6267138	B1	31 July 2001
US	7996096	B2	09 August 2011	AR	070629	A1	21 April 2010
				BR	PI0908377	A2	04 August 2015
				CA	2713729	A1	03 September 2009
				CN	101960402	A	26 January 2011
				EP	2263132	A1	22 December 2010
				EP	2722720	A1	23 April 2014
				JP	5781309	B2	16 September 2015
				JP	2011513729	A	28 April 2011
				RU	2010138454	A	10 April 2012
				US	2009222124	A1	03 September 2009
				WO	2009108414	A1	03 September 2009
WO	9506276	A1	02 March 1995	BR	9407585	A	07 January 1997
				CA	2166867	A1	02 March 1995
				CN	1129480	A	21 August 1996
				DE	69427487	D1	19 July 2001
				DE	69427487	T2	25 April 2002
				DE	69432029	D1	20 February 2003
				DE	69432029	T2	20 November 2003
				EP	0739503	A1	30 October 1996
				EP	0957418	A2	17 November 1999
				JP	3595554	B2	02 December 2004
				JP	H09502292	A	04 March 1997
				SG	44472	A1	19 December 1997
				US	5549137	A	27 August 1996
				US	5558115	A	24 September 1996
				US	5573032	A	12 November 1996
				WO	9506276	A1	02 March 1995
DE	10344088	A1	04 August 2005	DE	10344088	A1	04 August 2005
				US	2005075817	A1	07 April 2005
EP	2792919	A1	22 October 2014	EP	2792919	A1	22 October 2014
				US	2014305525	A1	16 October 2014
WO	2011135155	A1	03 November 2011	BR	112012027910	A2	08 August 2017
				CN	103038559	A	10 April 2013
				EP	2564279	A1	06 March 2013
				RU	2012151314	A	10 June 2014
				US	2013110418	A1	02 May 2013
				WO	2011135155	A1	03 November 2011
US	2016169410	A1	16 June 2016	CN	107002907	A	01 August 2017
				EP	3234710	A1	25 October 2017
				US	2016169410	A1	16 June 2016
				WO	2016099931	A1	23 June 2016
WO	9716776	A1	09 May 1997	AU	7520196	A	22 May 1997
				BR	9611405	A	28 December 1999
				CA	2236257	A1	09 May 1997
				CN	1200817	A	02 December 1998
				CN	1523463	A	25 August 2004

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/067871

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
				DE	69613234	D1	12 July 2001		
				DE	69613234	T2	02 May 2002		
				EP	0858625	A1	19 August 1998		
				JP	4927455	B2	09 May 2012		
				JP	5140326	B2	06 February 2013		
				JP	5306861	B2	02 October 2013		
				JP	H11514761	A	14 December 1999		
				JP	2006294056	A	26 October 2006		
				JP	2007250005	A	27 September 2007		
				JP	2009151822	A	09 July 2009		
				US	5687098	A	11 November 1997		
				WO	9716776	A1	09 May 1997		
				-----				US	4523286
				US	4523286	A	11 June 1985		
-----				WO	2013184863	A1	12 December 2013		
				AR	091391	A1	04 February 2015		
				BR	112014030607	A2	27 June 2017		
				CA	2874645	A1	12 December 2013		
				CN	103486327	A	01 January 2014		
				CN	203979619	U	03 December 2014		
				EP	2859424	A1	15 April 2015		
				JP	2015518996	A	06 July 2015		
				MX	347508	B	28 April 2017		
				RU	2014151219	A	10 August 2016		
				US	2013327403	A1	12 December 2013		
				WO	2013184863	A1	12 December 2013		

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16K37/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 23 650 A1 (SAMSON AG [DE]) 24. Dezember 1998 (1998-12-24)	1-13, 15-25
Y	Absatz [0001] - Absatz [0012]; Ansprüche 1-27; Abbildungen 1-2 Absatz [0042] - Absatz [0051] -----	14
X	US 7 996 096 B2 (FISHER CONTROLS INT [US]) 9. August 2011 (2011-08-09) Spalte 5, Zeile 58 - Spalte 17, Zeile 16; Ansprüche 1-26; Abbildungen 1-9 -----	1-25
X	WO 95/06276 A1 (ROSEMOUNT INC [US]) 2. März 1995 (1995-03-02) Seite 6, Zeile 23 - Seite 24, Zeile 11; Ansprüche 1-27; Abbildungen 1-9 ----- -/-	1-25

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Oktober 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/10/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Müller, Bernhard

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 103 44 088 A1 (SAMSON AG [DE]) 4. August 2005 (2005-08-04) Absatz [0074] - Absatz [0088]; Ansprüche 1-33; Abbildungen 1-2 -----	14
A	EP 2 792 919 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 22. Oktober 2014 (2014-10-22) Absatz [0013] - Absatz [0069]; Abbildungen 1-7B -----	1-25
A	WO 2011/135155 A1 (METSO AUTOMATION OY [FI]; NOUSIAINEN SAMI [FI]) 3. November 2011 (2011-11-03) Seite 7, Zeile 5 - Seite 14, Zeile 17; Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-9 -----	1-25
A	US 2016/169410 A1 (WHEELER FREDERICK WILSON [US] ET AL) 16. Juni 2016 (2016-06-16) Absatz [0019] - Absatz [0079]; Ansprüche 1-20; Abbildungen 1-13 -----	1-25
A	WO 97/16776 A1 (FISHER CONTROLS INT [US]) 9. Mai 1997 (1997-05-09) Seite 5, Zeile 15 - Seite 29, Zeile 24; Abbildungen 1-6B -----	1-25
A	US 4 523 286 A (KOGA TSUGUAKI [JP] ET AL) 11. Juni 1985 (1985-06-11) Spalte 3, Zeile 3 - Spalte 11, Zeile 67; Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-14 -----	1-25
A	WO 2013/184863 A1 (FISHER CONTROLS INT [US]) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) Absatz [0019] - Absatz [0071]; Ansprüche 1-24; Abbildungen 1-13 -----	1-25

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/067871

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19723650	A1	24-12-1998	DE 19723650 A1 24-12-1998
			FR 2764712 A1 18-12-1998
			US 6267138 B1 31-07-2001
US 7996096	B2	09-08-2011	AR 070629 A1 21-04-2010
			BR PI0908377 A2 04-08-2015
			CA 2713729 A1 03-09-2009
			CN 101960402 A 26-01-2011
			EP 2263132 A1 22-12-2010
			EP 2722720 A1 23-04-2014
			JP 5781309 B2 16-09-2015
			JP 2011513729 A 28-04-2011
			RU 2010138454 A 10-04-2012
			US 2009222124 A1 03-09-2009
			WO 2009108414 A1 03-09-2009
WO 9506276	A1	02-03-1995	BR 9407585 A 07-01-1997
			CA 2166867 A1 02-03-1995
			CN 1129480 A 21-08-1996
			DE 69427487 D1 19-07-2001
			DE 69427487 T2 25-04-2002
			DE 69432029 D1 20-02-2003
			DE 69432029 T2 20-11-2003
			EP 0739503 A1 30-10-1996
			EP 0957418 A2 17-11-1999
			JP 3595554 B2 02-12-2004
			JP H09502292 A 04-03-1997
			SG 44472 A1 19-12-1997
			US 5549137 A 27-08-1996
			US 5558115 A 24-09-1996
			US 5573032 A 12-11-1996
			WO 9506276 A1 02-03-1995
DE 10344088	A1	04-08-2005	DE 10344088 A1 04-08-2005
			US 2005075817 A1 07-04-2005
EP 2792919	A1	22-10-2014	EP 2792919 A1 22-10-2014
			US 2014305525 A1 16-10-2014
WO 2011135155	A1	03-11-2011	BR 112012027910 A2 08-08-2017
			CN 103038559 A 10-04-2013
			EP 2564279 A1 06-03-2013
			RU 2012151314 A 10-06-2014
			US 2013110418 A1 02-05-2013
			WO 2011135155 A1 03-11-2011
US 2016169410	A1	16-06-2016	CN 107002907 A 01-08-2017
			EP 3234710 A1 25-10-2017
			US 2016169410 A1 16-06-2016
			WO 2016099931 A1 23-06-2016
WO 9716776	A1	09-05-1997	AU 7520196 A 22-05-1997
			BR 9611405 A 28-12-1999
			CA 2236257 A1 09-05-1997
			CN 1200817 A 02-12-1998
			CN 1523463 A 25-08-2004
			DE 69613234 D1 12-07-2001
			DE 69613234 T2 02-05-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/067871

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
		EP 0858625 A1	19-08-1998	
		JP 4927455 B2	09-05-2012	
		JP 5140326 B2	06-02-2013	
		JP 5306861 B2	02-10-2013	
		JP H11514761 A	14-12-1999	
		JP 2006294056 A	26-10-2006	
		JP 2007250005 A	27-09-2007	
		JP 2009151822 A	09-07-2009	
		US 5687098 A	11-11-1997	
		WO 9716776 A1	09-05-1997	

US 4523286	A	11-06-1985	CA 1190622 A	16-07-1985
			US 4523286 A	11-06-1985

WO 2013184863	A1	12-12-2013	AR 091391 A1	04-02-2015
			BR 112014030607 A2	27-06-2017
			CA 2874645 A1	12-12-2013
			CN 103486327 A	01-01-2014
			CN 203979619 U	03-12-2014
			EP 2859424 A1	15-04-2015
			JP 2015518996 A	06-07-2015
			MX 347508 B	28-04-2017
			RU 2014151219 A	10-08-2016
			US 2013327403 A1	12-12-2013
			WO 2013184863 A1	12-12-2013
