



(11) **EP 2 047 117 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.06.2010 Patentblatt 2010/24

(21) Anmeldenummer: **07703455.1**

(22) Anmeldetag: **14.02.2007**

(51) Int Cl.:
F15B 19/00 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/001268

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/098588 (21.08.2008 Gazette 2008/34)

(54) **VERFAHREN ZUR FEHLEREINGRENZUNG UND DIAGNOSE AN EINER FLUIDISCHEN ANLAGE**
METHOD FOR FAULT LOCALIZATION AND DIAGNOSIS IN A FLUIDIC INSTALLATION
PROCÉDÉ DE LOCALISATION DE DÉFAUT ET DE DIAGNOSTIC D'UNE INSTALLATION FLUIDIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.04.2009 Patentblatt 2009/16

(73) Patentinhaber: **FESTO AG & Co. KG**
73734 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
• **BREDAU, Jan**
73732 Esslingen (DE)

• **KELLER, Reinhard**
73249 Wernau/Neckar (DE)

(74) Vertreter: **Vetter, Hans et al**
Patentanwälte
Magenbauer & Kollegen
Plochinger Strasse 109
73730 Esslingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-2005/111433 DE-A1- 10 052 664
US-A1- 2003 187 595

EP 2 047 117 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 Verfahren zur Fehlereingrenzung und Diagnose an einer fluidischen Anlage, wobei der fluidische Volumenstrom der Gesamtanlage oder wenigstens eines Teilbereichs derselben sowie der Fluiddruck jeweils während eines Betriebszyklus erfasst und mit gespeicherten Referenzen verglichen wird, und wobei jeweils zum Zeitpunkt einer Abweichung oder einer Veränderung der Abweichung von der Referenz festgestellt wird, bei welcher Komponente oder bei welchen Komponenten der Anlage ein den Fluidverbrauch beeinflussender Vorgang stattgefunden hat, um diese dann als fehlerbehaftet zu erkennen.

[0002] Bei einem derartigen, aus der WO 2005/111433 A1 bekannten Verfahren wird die Luftverbrauchskurve zur Fehlerlokalisierung ausgewertet. Bei Abweichungen von einer Referenz wird aus dem Zeitpunkt der Abweichung auf das fehlerhafte Subsystem (zum Beispiel Ventil-Aktuatereinheit) geschlossen. Solche Fehler, die in fluidischen Anlagen auftreten können, haben ihre Ursachen zum Beispiel im Verschleiß der Komponenten, in unsachgemäßer Montage, lockeren Verschraubungen, porösen Schläuchen, Prozessstörungen und dgl., die sich in den Bewegungen der fluidischen Antriebe äußern, und anderen Undichtigkeiten verschiedenster Art. Um Diagnosefehler infolge der Veränderung gewisser Randbedingungen, wie Druck und Temperatur, zu vermeiden, wird in dieser Druckschrift die mögliche Korrektur des Luftverbrauchs mit dem Druck und der Temperatur erwähnt. Die Methode hierzu ist jedoch nicht beschrieben, und zeitliche beziehungsweise chargenabhängige Schwankungen können nicht berücksichtigt werden.

[0003] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, das Verfahren der eingangs genannten Gattung so zu verbessern, dass Veränderungen in den Randbedingungen und insbesondere unterschiedliche Betriebszustände so berücksichtigt werden, dass sie nicht zur Fehldiagnose führen.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht insbesondere darin, dass die Diagnose mittels des Leitwerts natürliche Schwankungen in einem fluidischen System, hervorgerufen durch nicht vermeidbare Druck- und/oder Temperaturschwankungen, in einfacher Weise kompensiert. Darüber hinaus können auch unterschiedliche Betriebszustände durch Auswahl entsprechender gespeicherter Leitwertreferenzkurven berücksichtigt werden. Der Vergleich des Leitwerts mit einer Referenz und eventueller zeitlicher wie auch betragsmäßiger Abweichungen ermöglichen sehr exakte Aussagen zur Art des Fehlers und zum Fehlerort. So ist es in vorteilhafter Weise auch möglich, Aussagen zu treffen, ob Leckagen die Fehlerursache sind (veränderter Luftverbrauch) oder ob die Fehlerursache in einer veränderten Aktuatorbewegung begründet ist, zum Beispiel langsamere Zykluszeiten durch Reibung, Verschleiß, langsamer schaltende Ansteuerventile und dergleichen.

[0006] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Verfahrens möglich.

[0007] Die unterschiedlichen Betriebszustände, für die Leitwertreferenzkurven zur Auswahl gespeichert sind, betreffen vorzugsweise den Warmlauf, den Betrieb nach längerem Stillstand, den Wiederanlauf bei Umrüstung und den Betrieb nach vorgebbaren Zeitintervallen.

[0008] Die Leitwertgrößen werden zur noch besseren Adaption an das Verhalten der Gesamtanlage temperaturabhängig kompensiert, insbesondere durch den Faktor $1/\sqrt{T}$, wobei T die Betriebstemperatur ist. Um auch eine Anpassung an unterschiedliche verwendete Fluide zu erreichen, können die Leitwertgrößen auch fluidabhängig adaptiert werden, insbesondere durch den Faktor $\sqrt{K_F}$, wobei K_F ein fluidabhängiger Kennwert ist. Noch exaktere Diagnose-daten und Diagnoseaussagen erhält man durch Adaption der Leitwertgrößen durch den Feuchtegehalt und/oder den Partikelgehalt des jeweiligen Fluids, insbesondere durch den Faktor $1/\sqrt{K_H}$, wobei K_H ein vom Feuchte- und/oder Partikelgehalt abhängiger Kennwert ist.

[0009] Um unterschiedliche Betriebszustände berücksichtigen zu können, das heißt um sicherzustellen, dass der Vergleich zwischen Referenzwert und aktuellem Leitwert eine korrekte Aussage ergibt, muss die gewählte Referenz dem entsprechenden Betriebszustand entsprechen. Dies bedeutet, dass aus der gespeicherten Auswahlmatrix die dem jeweiligen Betriebszustand entsprechende Leitwertreferenzkurve ausgewählt werden muss. In vorteilhafter Weise wird hierzu vor der Diagnose auf Leckage die Laufzeit eines Betriebszyklus durch Vergleich der aktuellen Leitwertmesskurve mit einer diesem Betriebszyklus zugeordneten Leitwertreferenzkurve überprüft, wobei nur ab einer vorgebbaren Abweichung die Umschaltung auf wenigstens eine weitere Leitwertreferenzkurve erfolgt. Wird eine Laufzeitabweichung festgestellt, so wird zusätzlich noch das Vorliegen einer proportionalen zeitlichen Verschiebung zwischen aktueller Leitwertmesskurve und Leitwertreferenzkurve überprüft, und nur im Falle einer festgestellten proportionalen zeitlichen Verschiebung erfolgt die Umschaltung auf wenigstens eine weitere Leitwertreferenzkurve. Wird nach Überprüfung aller Leitwertreferenzkurven festgestellt, dass bei allen die vorgegebene Abweichung überschritten wird, so befindet sich die gesamte Anlage weit außerhalb des Betriebspunktes, und eine entsprechende Meldung wird erzeugt. Die Diagnose auf Leckage wird dann nicht durchgeführt, da sie keinen Sinn macht.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine pneumatische Anlage, in deren Zuführung ein Durchflussmesser geschaltet ist, und

Figuren 2 bis 4 Leitwertdiagramme zur Erläuterung verschiedener Diagnoseergebnisse.

[0011] In Figur 1 ist eine pneumatische Anlage schematisch dargestellt, wobei es sich prinzipiell auch um eine andere fluidische Anlage, wie eine hydraulische Anlage, handeln könnte.

[0012] Die pneumatische Anlage besteht aus fünf Subsystemen 10 bis 14, bei denen es sich jeweils um Aktoren, wie Ventile, Zylinder, Linearantriebe und dergleichen, handeln kann, sowie um Kombinationen derselben. Diese Subsysteme 10 bis 14 werden von einer Druckquelle 15 gespeist, wobei in einer gemeinsamen Zuführleitung 16 ein Durchflussmesser 17 zur Messung des Durchflusses beziehungsweise des Volumenstromes angeordnet ist. Die Subsysteme 11, 12 einerseits und die Subsysteme 13, 14 andererseits bilden wiederum jeweils ein System mit einer gemeinsamen Zuleitung.

[0013] Eine elektronische Steuervorrichtung 18 dient zur Vorgabe des Ablaufprozesses der Anlage und ist elektrisch mit den Subsystemen 10 bis 14 über entsprechende Steuerleitungen verbunden. Die Subsysteme 10 bis 14 erhalten Steuersignale von der elektronischen Steuervorrichtung 18 und senden Sensorsignale wieder an diese zurück. Solche Sensorsignale sind beispielsweise Positionssignale, Endschaltersignale, Drucksignale, Temperatursignale und dergleichen.

[0014] Der Durchflussmesser 17 ist mit einer elektronischen Diagnoseeinrichtung 19 verbunden, der zusätzlich die Signale eines Temperatursensors 20 und eines Drucksensors 21 zur Messung der Temperatur (T) und des Drucks (P) in der Zuführleitung 16, also der Temperatur und des Drucks des Fluids, zugeführt sind. Weiterhin sind ein Fluidsensor 23 zur Erfassung der Art des verwendeten Fluids und ein Feuchtigkeits- und/oder Partikelsensor 24 zur Erfassung des Feuchtegehalts und des Partikelgehalts des Fluids mit der Diagnoseeinrichtung 19 verbunden. Diese hat zusätzlich einen Zugriff auf das Ablaufprogramm der elektronischen Steuervorrichtung 18. Die Diagnoseergebnisse werden einem Display 22 zugeführt, wobei diese Diagnoseergebnisse selbstverständlich auch gespeichert, ausgedruckt, optisch und/oder akustisch angezeigt oder einer Zentrale über Leitungen oder drahtlos übermittelt werden können.

[0015] Die Diagnoseeinrichtung 19 kann selbstverständlich auch in der elektronischen Steuervorrichtung 18 integriert sein, die beispielsweise einen Mikrocontroller zur Durchführung des Ablaufprogramms und gegebenenfalls zur Diagnose enthalten kann.

[0016] Bei einer sehr großen Zahl von Subsystemen können diese in mehrere Gruppen aufgeteilt werden, wobei jede Gruppe einen eigenen Durchflussmesser 17 besitzt, um die den Gruppen zugeordneten Teilbereiche der Anlage unabhängig voneinander zu diagnostizieren, wie dies im eingangs angegebenen Stand der Technik beschrieben ist. Das Verfahren zur Fehlereingrenzung und Diagnose wird nun im Folgenden anhand der beschriebenen pneumatischen Anlage und der in den Figuren 2 bis 4 dargestellten Leitwertdiagramme erläutert.

[0017] Zunächst sollen der Leitwert und die Ermittlung des Leitwerts erläutert werden. Der Volumenstrom in die fluidische Anlage wird mittels des Durchflussmessers 17 gemessen und durch den gemessenen Vordruck P, gemessen mit dem Drucksensor 21, dividiert. Dieser Quotient bildet die Leitwertgröße, die jeweils über einen Betriebszyklus aufsummiert beziehungsweise aufintegriert den Leitwert K_D ergibt:

$$K_D = \int_{t_0}^t \frac{Q}{P} \cdot dt \quad (1)$$

[0018] Dieser Leitwert kann noch durch die gemessene Betriebstemperatur T, gemessen mit dem Temperatursensor 20, kompensiert werden. Weiterhin kann dieser Leitwert auch noch in Abhängigkeit des jeweils verwendeten Fluids, gemessen mit dem Fluidsensor 23, mit dem Kennwert K_F und optional noch mit dem Kennwert K_H in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt und/oder dem Partikelgehalt der Luft, gemessen mit dem Feuchtigkeits- und/oder Partikelsensor 24, adaptiert werden. Dies ergibt dann den folgenden Leitwert:

$$K_D = \int_{t_0}^t \frac{Q}{P} \cdot \frac{1}{\sqrt{T}} \cdot \sqrt{\frac{K_F}{K_H}} \cdot dt \quad (2)$$

[0019] Je nach Aufwand und gewünschter Genauigkeit können die Einflüsse der Temperatur T und/oder die Kennwerte K_F beziehungsweise K_H auch nicht berücksichtigt werden, sodass im einfachsten Fall der Leitwert nur vom Volumenstrom und dem Vordruck abhängt.

[0020] Der Leitwert ist zusätzlich noch zeit- und/oder chargenabhängig, das heißt, je nach Betriebszustand ergeben sich andere Leitwertkurven. Solche Betriebszustände sind beispielsweise der Warmlauf, der Betrieb nach längerem Stillstand, die Wiedereinschaltung bei Umrüstung oder der Betrieb nach vorgebbaren Zeitintervallen, also beispielsweise nach einem einstündigen oder zehnstündigen oder mehrstündigen Betrieb.

[0021] Für diese unterschiedlichen Betriebszustände und unterschiedlichen Parameter werden nun Leitwertreferenzkurven erfasst, beispielsweise in einem Lernprozess, und in der Diagnoseeinrichtung 19 in einer Auswahlmatrix gespeichert. Der Diagnoseleitwert beziehungsweise die Diagnoseleitwerte sind charakteristische Größen einer fluidischen Anlage beziehungsweise eines fluidischen Systems, das aus vielfältigen Subsystemen besteht. Der Leitwert charakterisiert das Verhalten der Gesamtanlage oder einer Teilanlage über einen definierten sich wiederholenden Zyklus. Er kompensiert normale Schwankungen und Fluktuationen der Betriebsgrößen Druck, Temperatur, Feuchtigkeit, Partikelgehalt, je nachdem, wie aufwendig er gebildet wird. Die Auswertung dieses Leitwerts mittels Referenzvergleich, also Vergleich mit gespeicherten Leitwertreferenzkurven, zeigt somit gesichert die Fehler und die Fehlerursachen in fluidischen Anlagen.

[0022] Zunächst muss eine dem jeweiligen Betriebszustand angepasste, parameterabhängige Leitwertreferenzkurve ausgewählt werden. Dies erfolgt zunächst in Abhängigkeit der anliegenden Sensorsignale. Dann wird zunächst die Laufzeit der Anlage in Abhängigkeit des jeweiligen Betriebszustands überprüft und mit der zunächst ausgewählten Leitwertreferenzkurve auf Korrelation überprüft. Korreliert die ausgewählte Leitwertreferenzkurve mit der aktuellen Messkurve, so wird die Diagnose freigegeben. Abweichungen zeigen dann tatsächlich eine Leckage im detektierten Zeitraum an und können entsprechend dem Ablaufprogramm diesen fehlerverursachenden Aktuatoren zugeordnet werden.

[0023] Zunächst wird jedoch bei einer festgestellten Laufzeitabweichung der Leitwertkurve noch eine weitere Überprüfung dahingehend durchgeführt, ob konstante Zeitanchnitte zwischen charakteristischen Kurvenpunkten vorliegen. So lässt sich z.B. der gesamte Kurvenverlauf in eine charakteristische Anzahl von Kurvenpunkten unterteilen, wobei sich bei einer Laufzeitabweichung die Zeitdifferenz zwischen den Kurvenpunkten verändern wird. Für den gesamten Kurvenverlauf muss ein linearer Zusammenhang der einzelnen Zeitdifferenzen zwischen den Kurvenpunkten innerhalb definierter Grenzen bestehen, damit angenommen werden kann, dass kein Fehler vorliegt, z.B. durch die insgesamt schneller fahrenden Achsen nach der Startphase. Dies bedeutet, dass sich alle Zeitdifferenzen der Kurve insgesamt proportional verändern müssen.

[0024] Erfüllt die gewählte Referenz nicht die geforderte Übereinstimmung, so wird die Diagnose freigegeben, das heißt, die Abweichung rührt nicht von einer zeitlichen Verschiebung, sondern von einer Störung der Anlage her, insbesondere von einer Leckage.

[0025] Wird dagegen bei zunächst festgestellter Laufzeitabweichung auch ein linearer Zusammenhang der Steigungen innerhalb definierter Grenzen festgestellt, so erfolgt eine Umschaltung auf eine andere Leitwertreferenzkurve. Dies wird so lange wiederholt, bis eine passende Leitwertreferenzkurve gefunden wird. Kann keine solche gefunden werden, befindet sich die gesamte Anlage außerhalb des Betriebspunktes, und es wird eine entsprechende Meldung erzeugt, also angezeigt, gemeldet, gespeichert und dergleichen.

[0026] Ist eine passende Leitwertreferenzkurve K_{Dref} gefunden, so wird diese mit der aktuell gemessenen Leitwertkurve K_{Da} verglichen. In den Figuren 2 bis 4 sind drei mögliche Fälle dargestellt.

[0027] Gemäß Figur 2 weicht die gemessene Leitwertkurve K_{Da} kontinuierlich immer mehr von der Leitwertreferenzkurve K_{Dref} ab. Damit liegt als Fehlerursache eindeutig eine Leckage vor, und zwar eine Systemleckage, das heißt eine Leckage in der Zuführleitung 16 oder in damit verbundenen Leitungen. Die Differenz ΔK_D vergrößert sich immer mehr mit der Zeit t und ist eine Funktion der Zeit.

[0028] Gemäß Figur 3 tritt zum Zeitpunkt t_1 eine Abweichung ΔK_D auf, die ab diesem Zeitpunkt bis zum Ende t_e des Zyklus konstant bleibt. Dies bedeutet, dass ein Subsystem, zum Beispiel eine Ventil-Aktuatereinheit, die zum Zeitpunkt t_1 aktiv war, eine Leckage aufweist. Der Zeitpunkt der Abweichung kann mit dem Prozessabbild oder Steuerprogramm in der Steuervorrichtung 18 verglichen werden, um das fehlerverursachende Subsystem aufzufinden. Falls zum Zeitpunkt t_1 mehrere Subsysteme aktiv waren, was bei größeren Anlagen der Fall sein könnte, so muss der Fehler während folgender Aktivitäten dieser Subsysteme, bei denen sie nicht mehr gemeinsam aktiv sind, eingegrenzt werden.

[0029] Gemäß Figur 4 hat sich die Zyklusdauer um den Wert Δt verändert, wobei die Veränderung zum Zeitpunkt t_2 aufgetreten ist. Der Wert des Leitwerts bleibt ab diesem Zeitpunkt t_2 konstant, es erfolgt lediglich eine zeitliche Verschiebung. Dies lässt den Schluss zu, dass sich die Verfahzeit des zu diesem Zeitpunkt t_2 aktiven Aktuators verändert hat, zum Beispiel durch Klemmen, erhöhten Verschleiß, Schaltfehler am Ventil oder dergleichen. Es ist somit auch möglich, Zeitfehler im pneumatischen System anhand des Leitwerts zu detektieren.

[0030] Es können selbstverständlich auch die in den Figuren 2 bis 4 erläuterten Vorkommnisse während eines Zyklus kumuliert und/oder mehrfach auftreten. Durch entsprechenden Kurvenverlauf können dann auch mehrere verschiedene, während eines Zyklus auftretende Fehler detektiert werden. Zur Sicherheit werden selbstverständlich die Diagnosezyklen

bei Auftreten eines Fehlers wiederholt, um festzustellen, ob es ein einmaliger Fehler oder eine Fehlmessung oder ein ständig vorliegender Fehler ist.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Fehlereingrenzung und Diagnose an einer fluidischen Anlage, wobei der fluidische Volumenstrom der Gesamtanlage oder wenigstens eines Teilbereichs derselben sowie der Fluiddruck jeweils während eines Betriebszyklus erfasst und mit gespeicherten Referenzen verglichen wird, und wobei jeweils zum Zeitpunkt einer Abweichung oder einer Veränderung der Abweichung von der Referenz festgestellt wird, bei welcher Komponente oder bei welchen Komponenten der Anlage ein den Fluidverbrauch beeinflussender Vorgang stattgefunden hat, um diese dann als fehlerbehaftet zu erkennen, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den jeweiligen Volumenstromwerten (Q) und dem gemessenen Druck (P) Leitwertgrößen (Q/P) gebildet und über den Betriebszyklus zu Leitwerten (K_D) integriert oder aufsummiert werden, wobei als Referenz eine entsprechende Leitwertreferenzkurve (K_{Dref}) aus einer gespeicherten Auswahlmatrix ausgewählt wird, die Leitwertreferenzkurven (Y_{Dref}) oder zeitabhängige Leitwerte für unterschiedliche Betriebszustände enthält.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unterschiedlichen Betriebszustände wenigstens zwei der folgenden Betriebszustände sind: Warmlauf, Betrieb nach längerem Stillstand, Wiederanlauf bei Umrüstung, Betrieb nach vorgebbaren Zeitintervallen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitwertgrößen temperaturabhängig kompensiert werden, insbesondere durch den Faktor $1/\sqrt{T}$, wobei T die Betriebstemperatur ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitwertgrößen fluidabhängig adaptiert werden, insbesondere durch den Faktor $\sqrt{K_F}$, wobei K_F ein fluidabhängiger Kennwert ist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitwertgrößen durch den Feuchtegehalt und/oder den Partikelgehalt des Fluids adaptiert werden, insbesondere durch den Faktor $1/\sqrt{K_H}$, wobei K_H ein vom Feuchte- und/oder Partikelgehalt abhängiger Kennwert ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Diagnose auf Leckage die Laufzeit eines Betriebszyklus durch Vergleich der aktuellen Leitwertmesskurve (K_{Da}) mit einer diesem Betriebszyklus zugeordneten Leitwertreferenzkurve (K_{Dref}) überprüft wird, wobei nur ab einer vorgebbaren Abweichung die Umschaltung auf wenigstens eine weitere Leitwertreferenzkurve (K_{Dref}) erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei festgestellter Laufzeitabweichung noch zusätzlich das Vorliegen einer proportionalen zeitlichen Verschiebung zwischen aktuellen Leitwertmesskurven (K_{Da}) und Leitwertreferenzkurven (K_{Dref}) überprüft wird und nur im Falle einer festgestellten proportionalen zeitlichen Verschiebung die Umschaltung auf wenigstens eine weitere Leitwertreferenzkurve (K_{Dref}) erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Überschreitung der vorgebbaren Abweichung bei allen überprüften Leitwertreferenzkurven (K_{Dref}) eine entsprechende Meldung erzeugt wird und die Diagnose auf Leckage nicht durchgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer großen Zahl von Komponenten (10-14) eine Aufteilung in mehrere Gruppen durchgeführt wird, die unabhängig voneinander diagnostiziert werden.

Claims

1. Method for fault isolation and diagnosis for a fluidic system, wherein the fluidic volumetric flow rate of the overall system or at least a part thereof, together with the fluidic pressure, are each determined during an operating cycle and compared with stored reference values, and wherein in each case at the time of a deviation or a change in the

deviation from the reference it is established for which component or components of the system an event affecting fluid consumption has taken place, so that this or these may be identified as defective, **characterised in that** from the respective volumetric flow values (Q) and the recorded pressure (P), master value figures (Q/P) are formed and over the operating cycle are integrated or totalled to give master values (K_D), wherein as reference a suitable master value reference curve (K_{Dref}) is selected from a selection matrix which contains the master value reference curves (K_{Dref}) or time-dependent master values for different operating states.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the different operating states are at least two of the following different operating states: warm-up, operation after lengthy shutdown, restart after modification, operation after presettable time intervals.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the master value figures are subject to temperature-dependent compensation, in particular through the factor $1/\sqrt{T}$, wherein T is the operating temperature.
4. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** the master value figures are adapted depending on fluid, in particular by the factor $\sqrt{K_F}$, wherein K_F is a fluid-dependent parameter.
5. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** the master value figures are adapted for the moisture content and/or the particle content of the fluid, in particular by the factor $1/\sqrt{K_H}$, wherein K_H is a parameter dependent on the moisture and/or particle content.
6. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that** before diagnosis for leakage, the duration of an operating cycle is checked by comparing the latest master value measured curve (K_{Da}) with a master value reference curve (K_{Dref}) assigned to this operating cycle, wherein only after a presettable deviation is the switch made to at least one further master value reference curve (K_{Dref}).
7. Method according to claim 6, **characterised in that** in the event of a determined operating time deviation, the existence of a proportional time shift between current master value measured curves (K_{Da}) and master value reference curves (K_{Dref}) is checked, and the switch to at least one further master value reference curve (K_{Dref}) is made only in the case of an established proportional time shift.
8. Method according to claim 6 or 7 **characterised in that**, if the presettable deviation is exceeded in all master value reference curves (K_{Dref}) checked, a suitable message is generated and no diagnosis for leakage is made.
9. Method according to any of the preceding claims, **characterised in that**, if there is a large number of components (10-14), a split is made into several groups, which are diagnosed independently of one another.

Revendications

1. Procédé de localisation de défaut et de diagnostic d'une installation fluide, sachant que le débit volumique de l'ensemble de l'installation ou d'au moins une région partielle de celle-ci, ainsi que la pression du fluide, sont respectivement enregistrés pendant un cycle opératoire, et sont comparés à des références mémorisées, et sachant que chaque fois au moment d'un écart ou d'une modification de l'écart par rapport à la référence, on détermine pour quel composant ou pour quels composants de l'installation a eu lieu un processus influençant la consommation de fluide, afin d'identifier alors ce ou ces composants comme défectueux, **caractérisé en ce que**, à partir des valeurs respectives de débit volumique (Q) et de la pression mesurée (P), on forme des grandeurs directrices (Q/P) et on les intègre ou on les totalise sur le cycle opératoire pour former des valeurs directrices (K_D), sachant qu'on sélectionne comme référence une courbe de référence de valeurs directrices (K_{Dref}) correspondante, à partir d'une matrice de sélection mémorisée qui contient des courbes de référence de valeurs directrices (K_{Dref}) ou des valeurs directrices en fonction du temps pour différents états opératoires.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les différents états opératoires sont au moins deux des états opératoires suivants : mise en température, fonctionnement après une longue immobilisation, redémarrage

EP 2 047 117 B1

suite à une modification de l'équipement, fonctionnement au bout d'intervalles de temps prédéterminables.

- 5
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les grandeurs directrices sont compensées en fonction de la température, notamment par le facteur $1/\sqrt{T}$, où T est la température de fonctionnement.
- 10
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les grandeurs directrices sont compensées en fonction du fluide, notamment par le facteur $\sqrt{K_F}$, où K_F est une valeur caractéristique fonction du fluide.
- 15
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les grandeurs directrices sont adaptées par la teneur en humidité et/ou la teneur en particules du fluide, notamment par le facteur $1/\sqrt{K_H}$, où K_H est une valeur caractéristique fonction de la teneur en humidité et/ou en particules.
- 20
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, avant le diagnostic de fuite, on vérifie la durée d'exécution d'un cycle opératoire en comparant la courbe de mesure de valeurs directrices actuelle (K_{Da}) à une courbe de référence de valeurs directrices (K_{Dref}) associée à ce cycle opératoire, sachant que le passage à au moins une autre courbe de référence de valeurs directrices (K_{Dref}) ne s'effectue qu'à partir d'un écart prédéterminable.
- 25
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**, en cas de constatation d'un écart de durée d'exécution, on vérifie en outre la présence d'un décalage de temps proportionnel entre les courbes de mesure de valeurs directrices actuelles (K_{Da}) et les courbes de référence de valeurs directrices (K_{Dref}), et le passage à au moins une autre courbe de référence de valeurs directrices (K_{Dref}) ne s'effectue qu'en cas de constatation d'un décalage de temps proportionnel.
- 30
8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que**, en cas de dépassement de l'écart prédéterminable pour toutes les courbes de référence de valeurs directrices (K_{Dref}) vérifiées, un message correspondant est produit et le diagnostic de fuite n'est pas effectué.
- 35
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, en présence d'un nombre important de composants (10-14), on effectue une répartition en plusieurs groupes qui sont diagnostiqués indépendamment les uns des autres.
- 40
- 45
- 50
- 55

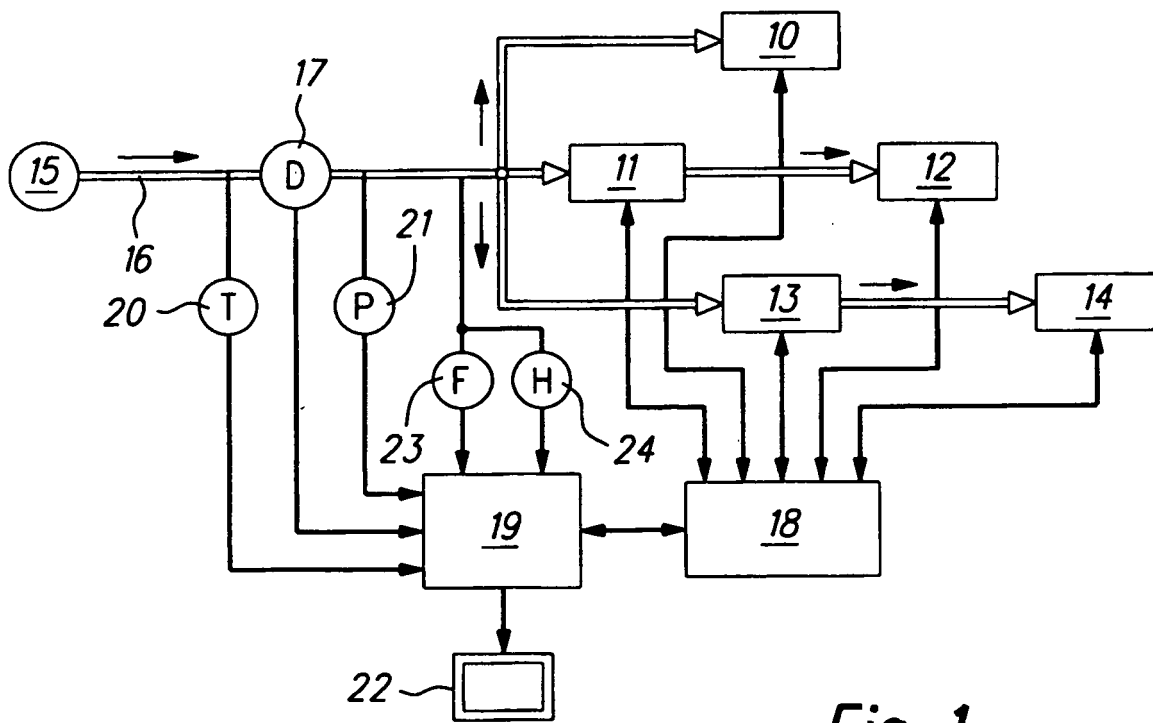


Fig. 1

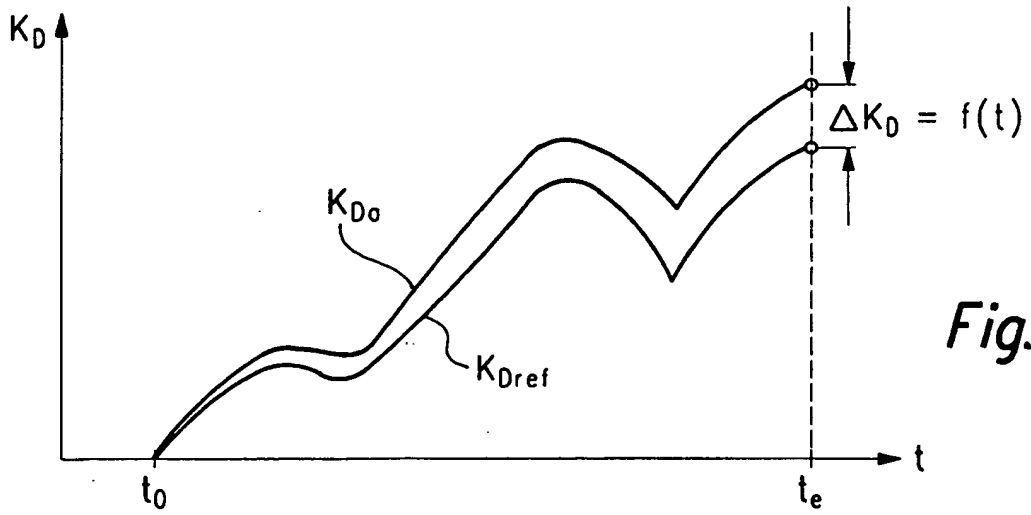


Fig. 2

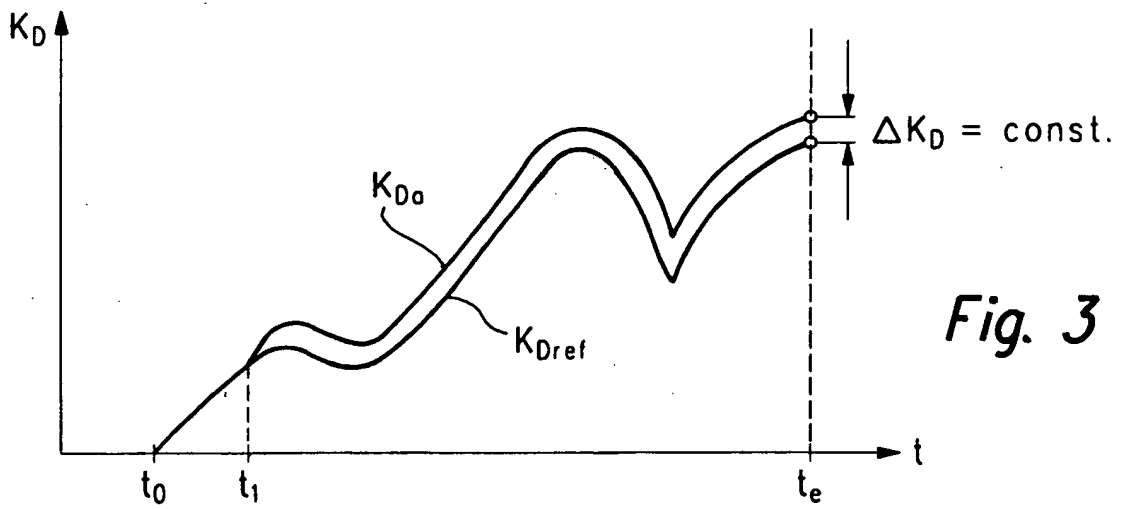


Fig. 3

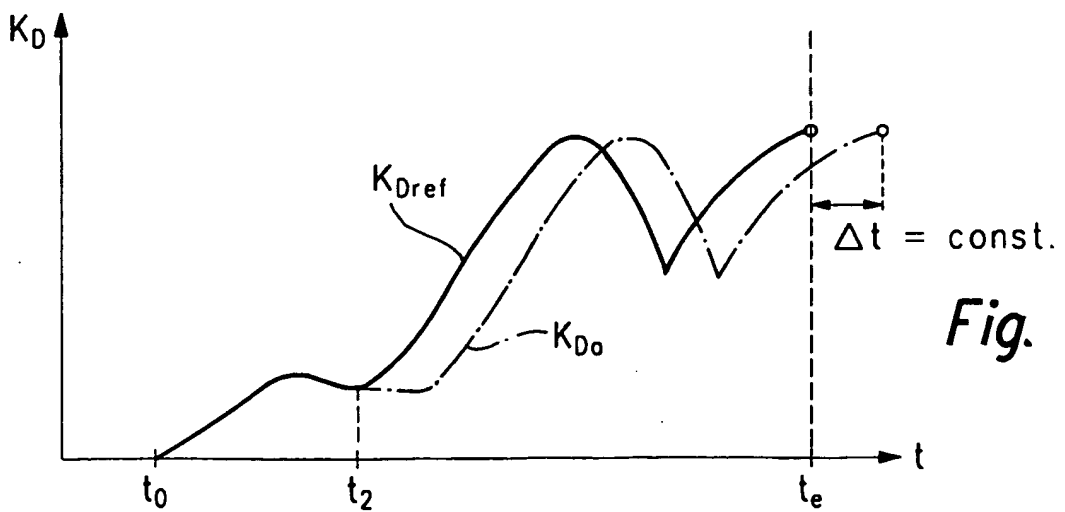


Fig. 4

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

- WO 2005111433 A1 [0002]