



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1369/96

(51) Int.Cl.⁶ : B01D 46/04
B01D 46/46

(22) Anmeldetag: 31. 7.1996

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1997

(45) Ausgabetag: 29.12.1997

(56) Entgegenhaltungen:

AT 3237098 EP 15409A1 DE 3336487A1

(73) Patentinhaber:

ALOIS SCHEUCH GESELLSCHAFT M.B.H.
A-4910 RIED IM INNKREIS, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

SCHMID CHRISTIAN DIPL.ING.
ST. MARTIN, OBERÖSTERREICH (AT).
SCHEUCH ALOIS
RIED IM INNKREIS, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUR STEUERUNG DER ABREINIGUNG VON FILTERN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Abreinigung von Filtern für die Feststoffabscheidung mit in bestimmten Zeitintervallen wiederkehrenden Druckluftimpulsen bestimmten Drucks und bestimmter Dauer in Abhängigkeit des gemessenen Filterwiderstands. Um die zur Bereitstellung der Druckluft notwendige Energie möglichst niedrig zu halten, die Filter bei der Abreinigung möglichst wenig zu beanspruchen und gleichzeitig eine ausreichende Reinigung der Filter zu gewährleisten, werden der Druck p_R , die Dauer t_V oder die Zeitintervalle Δt_A zwischen den Druckluftimpulsen in Abhängigkeit des aktuellen Filterwiderstands p automatisch eingestellt. Vorteilhafterweise werden die Abreinigungsparameter einzeln oder in Kombination in Abhängigkeit der zeitlichen Änderung des aktuellen Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) automatisch eingestellt, wodurch der Abreinigungseffekt in die Steuerung mit einbezogen wird. Die Erfindung betrifft auch eine Einrichtung zur Ausführung des Verfahrens in Form einer elektronischen Schaltung mit einem Mikrokontroller.

AT 403 256 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Abreinigung von Filtern für die Feststoffabscheidung mit in bestimmten Zeitintervallen wiederkehrenden Druckluftimpulsen bestimmten Drucks und bestimmter Dauer in Abhängigkeit des gemessenen Filterwiderstands sowie eine Einrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens.

5 In vielen Bereichen der Industrie treten staubhaltige Abgase bzw. Abluft auf. Die Verunreinigungen können mit Filtern abgeschieden werden, bevor die gereinigte Luft in die Atmosphäre entweicht. Vorzugsweise werden Filter in Schlauchform aus verschiedenen porösen Materialien (Gewebefilter, Patronenfilter, Sinterlamellenfilter, etc.) verwendet, bei denen die zu reinigende Luft von außen an die schlauchförmigen Filterelemente gelangt und die gereinigte Luft aus dem Inneren der Schläuche abgezogen wird. An den 10 Außenwänden der Filterelemente lagern sich die abzuscheidenden Stäube ab. Für eine optimalen Funktion müssen solche Filter regelmäßig gereinigt werden. Dies geschieht üblicherweise mit Hilfe von Druckluft, die in das Innere der schlauchförmigen Filterelemente eingeblasen wird und somit die an der Außenseite anhaftenden Partikel entfernt. Ein Steuergerät liefert elektrische Impulse mit denen die Druckluft über 15 Magnetventile in die Filterelemente freigegeben wird. Der Grad der Verschmutzung solcher Filter kann durch den sogenannten Filterwiderstand definiert werden, der durch Messung des Differenzdrucks zwischen Roh- und Reingasseite (Ein- und Austrittsseite des Gases) des Filters bestimmt werden kann. Die dem Filterwiderstand proportionalen Differenzdruckwerte werden mit Hilfe eines Differenzdruckmeßumformers in entsprechende elektrische Signale umgewandelt.

Es sind Verfahren zur Abreinigung von Filtern bekannt, bei welchen die Filterelemente mit in konstanten 20 Zeitabständen wiederkehrenden Druckluftimpulsen gereinigt werden. Die Abreinigung erfolgt dabei unabhängig von der tatsächlichen Verschmutzung des Filters, also ohne Berücksichtigung des Filterwiderstands. Dadurch kann bei sehr starker Verschmutzung des Filters eine unzureichende Reinigung oder bei geringer 25 Verschmutzung eine zu häufige Reinigung resultieren, weshalb für die Druckluft notwendige Energie verbraucht wird und die Filterelemente durch die Abreinigungsimpulse überbeansprucht werden und dadurch deren Alterungsprozeß beschleunigt und somit die Standzeit der Filter verkürzt wird. Zur Verbesserung wurden Verfahren entwickelt, bei denen der Grad der Verunreinigung der Filterelemente berücksichtigt 30 wurde. Bei anfänglichen Methoden wurde lediglich ein dem Filterwiderstand proportionaler Wert zur Anzeige gebracht und aufgrund dieses Werts eine Anpassung der Zeitintervalle zwischen den Druckluftimpulsen an den aktuellen Verschmutzungsgrad des Filters manuell durchgeführt. Dies erfordert eine regelmäßige Kontrolle des Filterwiderstands und die jeweilige manuelle Anpassung der Zeitintervalle. Bei Weiterentwicklungen wurde die Impulsrate zur Steuerung der Druckluft für die Abreinigung der Filter in Abhängigkeit 35 eines willkürlich gewählten Schwellwerts des Filterwiderstands automatisch umgeschaltet. Bei Überschreiten des Schwellwerts werden die Druckluftimpulse in kürzeren Zeitabständen und bei Unterschreiten des Schwellwerts in längeren Zeitabständen abgegeben. Die Zeitintervalle für Filterwiderstände unterhalb des 40 Schwellwerts werden dabei so eingestellt, daß eine gewisse Mindestabreinigung des Filters auch bei geringer Belastung sichergestellt ist. Diese Zwangsausreinigung kann auch abgeschaltet werden. Auch diese verbesserten Abreinigungsverfahren ermöglichen nur eine sehr begrenzte Anpassung der Reinigung an die tatsächliche Verschmutzung des Filters.

Aufgabe der Erfindung ist die Entwicklung eines Verfahrens, durch welches die zur Bereitstellung der 45 Druckluft notwendige Energie möglichst niedrig gehalten wird, die Filter bei der Abreinigung möglichst wenig beansprucht werden und gleichzeitig eine ausreichende Reinigung der Filter gewährleistet wird und die oben erwähnten Nachteile vermieden werden. Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf alle Filter, die mit Druckluft abgereinigt werden können und ist nicht auf die angeführten Beispiele beschränkt.

45 Die erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Druck der Druckluftimpulse in Abhängigkeit des aktuellen Filterwiderstands automatisch eingestellt wird. Dadurch wird die Druckluft der Abreinigungsimpulse entsprechend dem durch den Filterwiderstand charakterisierten tatsächlichen Verschmutzungsgrad des Filters entsprechend automatisch eingestellt. Es ist keine regelmäßige Kontrolle des Filterwiderstands und eine Anpassung des Drucks notwendig. Somit kann durch entsprechende Auswahl 50 des Drucks der Druckluftimpulse aufgrund von Erfahrungswerten der Energieaufwand auf das notwendigste Minimum reduziert und das Filter weitestgehend geschont werden.

Vorteilhafterweise wird der Druck der Druckluftimpulse für Filterwiderstände unterhalb eines willkürlich gewählten Schwellwerts mit steigendem Filterwiderstand erhöht und mit fallendem Filterwiderstand verringert und findet für Filterwiderstände oberhalb des Schwellwerts die Abreinigung mit maximal zulässigem 55 Druck statt. Der Schwellwert für den Filterwiderstand wird entsprechend der größten zu erwartenden Verschmutzung gewählt.

Anstelle eines Schwellwerts kann auch ein beliebiger funktioneller Zusammenhang zwischen Filterwiderstand und Druck der Druckluftimpulse treten.

Wird zusätzlich die Abreinigung mit maximalem Druck, nachdem der Filterwiderstand über den Schwellwert steigt, auch bei fallendem Filterwiderstand solange beibehalten, bis der Filterwiderstand konstant bleibt oder wieder steigt, wird eine Nachreinigung des Filters bei starker Verunreinigung bzw. großem, Filterwiderstand und damit eine sichere Abreinigung erreicht.

- 5 Gemäß einer vorteilhaften Variante des Verfahrens wird der Druck der Druckluftimpulse in Abhängigkeit der zeitlichen Änderung des aktuellen Filterwiderstands automatisch eingestellt. Durch diese Maßnahme wird der Abreinigungsluftdruck an den Abreinigungseffekt, der durch die zeitliche Änderung des Filterwiderstands bzw. des Verschmutzungsgrades des Filters charakterisiert wird, angepaßt, wodurch eine weitere Verbesserung des Verfahrens erreicht werden kann.
- 10 Vorteilhafterweise wird der Druck der Druckluftimpulse für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands unterhalb eines willkürlich gewählten ersten Schwellwerts reduziert und nimmt für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands oberhalb dieses ersten Schwellwerts wieder den ursprünglichen Wert an und wird der Druck der Druckluftimpulse allenfalls für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands oberhalb eines willkürlich gewählten zweiten Schwellwerts erhöht und nimmt für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands 15 unterhalb dieses zweiten Schwellwerts wieder den ursprünglichen Wert an. Diese Verfahrensvariante stellt eine einfach realisierbare und zweckmäßige Lösung der eingangs gestellten Aufgabe dar.

Die erfindungsgemäße Aufgabe kann auch dadurch gelöst werden, daß anstelle des Drucks der Druckluftimpulse die Dauer der Druckluftimpulse in Abhängigkeit der Verschmutzung des Filters automatisch eingestellt wird. Es können die oben beschriebenen Verfahrensvarianten analog auf diesen Parameter 20 angewandt werden, wodurch der selbe Effekt, wie bei der Einstellung des Drucks der Druckluftimpulse in Abhängigkeit des aktuellen Filterwiderstands mit den gleichen Vorteilen erzielt wird. In Betrieben, wo nur eine Druckluftquelle mit begrenztem Druck zur Verfügung steht und eine Druckerhöhung nicht einfach durchführbar ist kann durch Änderung der Dauer des Druckluftimpulses eine Optimierung der Filterabreinigung erfolgen. Die Dauer der Druckluftimpulse wird im Allgemeinen durch die Öffnungszeit eines mit der 25 Druckluftquelle verbundenen Magnetventils bestimmt.

Die erfindungsgemäße Aufgabe kann aber auch dadurch gelöst werden, daß anstelle des Drucks und der Dauer der Druckluftimpulse die Zeitintervalle zwischen den Druckluftimpulsen in Abhängigkeit der zeitlichen Änderung des aktuellen Filterwiderstands automatisch eingestellt wird. Durch diese Maßnahme wird die Anzahl der Druckluftimpulse an den Abreinigungseffekt, der durch die zeitliche Änderung des 30 Filterwiderstands charakterisiert wird, angepaßt und ebenfalls eine Optimierung hinsichtlich Energieverbrauch und Filterbeanspruchung erreicht.

Vorteilhafterweise werden die Zeitintervalle zwischen den Druckluftimpulsen für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands unterhalb eines willkürlich gewählten ersten Schwellwerts reduziert und nehmen für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands oberhalb dieses ersten Schwellwerts wieder den ursprünglichen 35 Wert an und werden die Zeitintervalle zwischen den Druckluftimpulsen allenfalls für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands oberhalb eines willkürlich gewählten zweiten Schwellwerts erhöht und nehmen für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands unterhalb dieses zweiten Schwellwerts wieder den ursprünglichen Wert an. Wie bereits oben erwähnt, stellt diese Verfahrensvariante eine einfach realisierbare und zweckmäßige Lösung der Erfindungsaufgabe dar.

40 Durch Kombination mindestens zweier erfindungsgemäßer Verfahrensvarianten kann die eingangs gestellte Aufgabe ebenfalls gelöst werden, wobei eine weitere Steigerung der Energieoptimierung und der Filterschonung eintritt.

Weitere Vorteile werden erzielt, wenn eines der oben erwähnten Verfahren bzw. eine beliebige Kombination davon mit einer automatischen Einstellung der Zeitintervalle zwischen den Druckluftimpulsen in 45 Abhängigkeit vom aktuellen Filterwiderstand kombiniert werden. Der Zusammenhang zwischen Filterwiderstand und Zeitintervall kann dabei beliebig sein.

Vorteilhafterweise werden die Zeitintervalle zwischen den Druckluftimpulsen für Filterwiderstände unterhalb eines willkürlich gewählten Schwellwerts mit steigendem Filterwiderstand verkürzt und mit fallendem Filterwiderstand verlängert und findet für Filterwiderstände oberhalb des Schwellwerts die Abreinigung mit 50 den kürzest zulässigen Zeitintervallen zwischen den Druckluftimpulsen statt. Dadurch werden zusätzlich zu einer oder mehreren der oben beschriebenen Methoden bei geringem Filterwiderstand bzw. geringer Verschmutzung die Zeitintervalle zwischen den Abreinigungsimpulsen vergrößert und damit weniger Energie für die Druckluft aufgewendet und die Filterelemente weniger beansprucht, während bei größerem Filterwiderstand bzw. größerer Verschmutzung öfter gereinigt wird. Die Schwellen für den Filterwiderstand wird entsprechend der im Betriebsfall größten zu erwartenden Verschmutzung gewählt. Steigt der Filterwiderstand doch über den Schwellwert, erfolgt die Abreinigung mit den kürzest möglichen Zeitintervallen zwischen den Abreinigungsimpulsen.

Werden die kürzest zulässigen Zeitintervalle zwischen den Druckluftimpulsen nachdem der Filterwiderstand über den Schwellwert steigt, auch bei fallendem Filterwiderstand solange beibehalten, bis der Filterwiderstand p konstant bleibt oder wieder steigt, wird zusätzlich eine Nachreinigung des Filters bei starker Verunreinigung bzw. großem, Filterwiderstand und damit eine sichere Abreinigung desselben erreicht.

Wenn der willkürlich gewählte Schwellwert des Filterwiderstands automatisch um einen festgelegten einstellbaren Druckwert erhöht oder reduziert wird, kann eine weitere Optimierung der Abreinigung von Filtern erzielt werden, da der ursprünglich entsprechend der größten zu erwartenden Verschmutzung gewählte Schwellwert für den Filterwiderstand automatisch an die geänderte Betriebssituation angepaßt wird.

Eine weitere Optimierung und automatische Anpassung an den Abreinigungseffekt kann auch dadurch erzielt werden, daß der erste willkürlich gewählte Schwellwert für die Änderung des Filterwiderstands und allenfalls der zweite willkürlich gewählte Schwellwert für die Änderung des Filterwiderstands automatisch um einen festgelegten einstellbaren Wert erhöht oder reduziert wird.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung einer Einrichtung zur Ausführung der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrensvarianten zur Steuerung der Abreinigung eines Filters.

Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß die Einrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung der Abreinigung von Filtern für die Feststoffabscheidung einen Mikrokontroller mit Eingängen und Ausgängen, einen Differenzdruckumformer, einen oder mehrere Impulsformer, mindestens einen Druckwandler, mindestens ein Magnetventil, mindestens ein Proportionalventil sowie einen Druckspeicher umfaßt, wobei der Ausgang des Differenzdruckumformers mit einem Eingang des Mikrokontrollers, ein Ausgang des Mikrocontrollers mit dem oder jedem Druckwandler, allenfalls ein Ausgang des Mikrocontrollers mit dem oder jedem Impulsformer sowie der oder jeder Druckwandler mit je einem Proportionalventil und der oder jeder Impulsformer mit je einem Magnetventil verbunden ist und im Mikrokontroller ein Programm abläuft, das entsprechend dem Signal des Differenzdruckumformers einen Wert berechnet und ein entsprechendes elektrisches Signal an den oder jeden Druckwandler zur Steuerung des oder jedes Proportionalventils gelegt wird und das Programm entsprechend dem Signal des Differenzdruckumformers allenfalls einen Zeitwert berechnet, in dessen Abständen ein elektrisches Signal an den oder jeden Impulsformer zur Öffnung des oder jedes Magnetventils gelegt wird und das Programm entsprechend dem Signal des Differenzdruckumformers allenfalls einen Dauer des elektrischen Signals an den oder jeden Impulsformer und damit der Öffnungsduer des oder jedes Magnetventils entsprechenden Zeitwert berechnet. Mit einer derartig aufgebauten Einrichtung kann das erfindungsgemäße Verfahren einfach und flexibel realisiert werden. Dabei kann der Zusammenhang zwischen den einzustellenden Abreinigungsparametern (Druck, Dauer und Abstand zwischen den Druckluftimpulsen) und dem Verschmutzungsgrad des Filters (Filterwiderstand) in Form einer Tabelle oder einer Funktion vorliegen, wobei der Zusammenhang linear oder nichtlinear sein kann. Dieser Zusammenhang und das entsprechende Ablautprogramm des Mikrocontrollers kann in besonders einfacher Weise durch Austausch des Programmspeicherbausteins oder durch Neuprogrammierung des Mikrocontrollers geändert und an die jeweiligen Erfordernisse angepaßt werden.

Gemäß einem weiteren Erfindungsmerkmal ist vorgesehen, daß periphere Einrichtungen, wie zum Beispiel Schalter od. dgl. mit den Eingängen des Mikroprozessors verbunden sind, über die Programmparametern des Mikrocontrollers festgelegt oder geändert werden können. Der Mikrokontroller kann zum Beispiel verschiedene Zusammenhänge zwischen Filterwiderstand und Abreinigungsparametern enthalten, welche über die peripheren Einrichtungen in einfacher Weise von außen und unter bestimmten Voraussetzungen ausgewählt werden können.

Anhand der beigefügten Abbildungen werden Beispiele der erfindungsgemäßen Verfahren und eine vorteilhalte Ausführungsform einer Einrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens näher erläutert. Fig. 1 zeigt die Zeitdiagramme des Filterwiderstands, der zeitlichen Änderung des Filterwiderstands, des Speicherdrucks sowie des Abreinigungsdrucks bei einer Verfahrensvariante mit Einstellung des Drucks der Druckluftimpulse in Abhängigkeit der Änderung des Filterwiderstands, Fig. 2 die zeitlichen Verläufe der selben Größen bei einer Verfahrensvariante mit Einstellung der Dauer der Druckluftimpulse in Abhängigkeit der Änderung des Filterwiderstands, Fig. 3 die zeitlichen Verläufe der selben Größen bei einer Verfahrensvariante mit Einstellung des Drucks der Druckluftimpulse in Abhängigkeit der Änderung des Filterwiderstands in Kombination mit der Einstellung der Zeitintervalle zwischen den Druckluftimpulsen in Abhängigkeit des Filterwiderstands. Fig. 4 zeigt das Blockschaltbild einer Ausführungsform einer Einrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Verfahrensvariante mit automatischer Einstellung des Drucks der Druckluftimpulse in Abhängigkeit der Änderung des Filterwiderstands ist der Filterwiderstand p als Indikator für die Verschmutzung des Filters, die zeitliche Änderung (Differenzenquotient) des Filterwiderstands

($\Delta p/\Delta t$), der Luftdruck im Druckspeicher p_Q und der Abreinigungsdruck p_R in Abhängigkeit der Zeit dargestellt. In diesem und den folgenden Beispielen wird der Filterwiderstand in bestimmten Zeitintervallen gemessen. Die Pause zwischen den Messungen kann dabei entsprechend den Anforderungen und den Gegebenheiten festgelegt werden. Auch eine kontinuierliche Messung des Filterwiderstands ist möglich. Um die Wirkung der Abreinigungsimpulse in geeigneter Weise zu erfassen, wird unmittelbar nach dem Abreinigungsimpuls der Filterwiderstand p gemessen. Aus der Differenz des Filterwiderstands p vor und nach dem Abreinigungsimpuls kann der Abreinigungseffekt beurteilt werden und die Abreinigung dementsprechend optimiert werden. In dem dargestellten Verlaufsbeispiel zeigt der Filterwiderstand p bzw. der Differenzdruck im Filter anfänglich eine hohe Verschmutzung mit sinkender Tendenz. Die Änderung des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) entspricht dem Abreinigungseffekt. Eine positive Änderung ($\Delta p/\Delta t$) entspricht einer Zunahme des Filterwiderstands p entsprechend einer Zunahme der Verschmutzung des Filters. Analog dazu entspricht eine negative Änderung ($\Delta p/\Delta t$) einer Abnahme des Filterwiderstands p entsprechend einer Abnahme der Verschmutzung des Filters. Sinkt die zeitliche Änderung des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) unter einen willkürlich gewählten ersten Schwellwert $-(\Delta p/\Delta t)_{S1}$ wird erfindungsgemäß der Druck im Druckspeicher p_Q von einem Normalwert p_{QN} auf einen Wert p_{Q1} reduziert. Da bei sinkender Änderung des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) bzw. bei großem Abreinigungseffekt nicht mit dem normalen Druck p_{QN} abgereinigt werden muß, wird zur Schonung der Filter und zur Reduzierung des Energieaufwandes der Druck auf einen bestimmten Wert p_{Q1} reduziert. Sobald der Abfall des Filterwiderstands $-(\Delta p/\Delta t)$ wieder über diesen ersten Schwellwert $-(\Delta p/\Delta t)_{S1}$ steigt, wird der Druck im Druckspeicher wieder auf seinen normalen Wert p_{QN} eingestellt. Zusätzlich kann für Änderungen des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) oberhalb eines willkürlich gewählten zweiten Schwellwerts $-(\Delta p/\Delta t)_{S2}$ der Druck im Druckspeicher p_Q auf einen bestimmten Wert p_{Q2} erhöht werden. Mit dieser Drucksteigerung wird einem schlechten Abreinigungseffekt bzw. einem Anstieg des Filterwiderstands entgegengewirkt. In dem gezeigten Beispiel erfolgt die Abreinigung mit konstanter Dauer t_V der Druckluftimpulse und mit konstanten Zeitintervallen Δt_A zwischen den Druckluftimpulsen. Die Zeichnung gibt nur eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wieder. Es ist natürlich auch eine kontinuierliche Regelung des Drucks im Druckspeicher p_Q möglich. Ebenso ist das Verfahren nicht darauf beschränkt, den Druck p_Q in Abhängigkeit eines oder mehrerer Schwellwerte für die zeitliche Änderung des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) zu regeln. Es kann der Druck p_Q auch entsprechend einer Wertetabelle oder einer bestimmten Funktion des Filterwiderstands p bzw. der zeitlichen Änderung des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) verändert werden.

Die Verfahrensvariante gemäß Fig. 2, wobei die Steuerung der Abreinigung von Filtern durch die Einstellung der Dauer der Druckluftimpulse in Abhängigkeit der Änderung des Filterwiderstands stattfindet, geht vom selben zeitlichen Verlauf des Filterwiderstands p wie in Fig. 1 aus. Sinkt die zeitliche Änderung des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) unter einen willkürlich gewählten ersten Schwellwert $-(\Delta p/\Delta t)_{S1}$, wird die Dauer t_V der Druckluftimpulse auf einen bestimmten Wert t_{V1} reduziert. Steigt die zeitliche Änderung des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) wieder über diesen ersten Schwellwert $-(\Delta p/\Delta t)_{S1}$, nimmt die Dauer der Druckluftimpulse wieder ihren ursprünglichen Wert t_V an. Allenfalls kann noch ein zweiter willkürlich gewählter Schwellwert für die zeitliche Änderung des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t)_{S2}$ vorgesehen sein, bei dessen Überschreitung die Dauer der Druckluftimpulse auf einen bestimmten Wert t_{V2} erhöht wird. Nach Unterschreiten dieses zweiten Schwellwerts $-(\Delta p/\Delta t)_{S2}$ nimmt die Dauer der Druckluftimpulse wieder den ursprünglichen Wert t_V an. Der Druck p_R der Druckluftimpulse und die Zeitintervalle Δt_A zwischen den Druckluftimpulsen sind in diesem Fall konstant. Maßgebend für den Abreinigungseffekt ist die Energie der Druckluftimpulse, welche durch die Fläche der Druckluftimpulse charakterisiert werden kann. Eine Vergrößerung der Fläche kann durch Vergrößerung der Amplitude bei gleichbleibender Dauer gemäß Fig. 1 oder durch Verlängerung der Dauer bei gleichbleibender Amplitude gemäß Fig. 2 erzielt werden.

Natürlich können die Maßnahmen auch beliebig kombiniert und dadurch der technische Effekt, der durch das erfindungsgemäße Verfahren erzielt wird, vergrößert werden.

Fig. 3 zeigt eine Verfahrensvariante mit Einstellung des Drucks p_R der Druckluftimpulse in Abhängigkeit der Änderung des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) in Kombination mit der Einstellung der Zeitintervalle Δt_A zwischen den Druckluftimpulsen in Abhängigkeit des Filterwiderstands p . Unterhalb eines willkürlich gewählten Schwellwerts p_S für den Filterwiderstand erfolgt die Abreinigung in Intervallen Δt_{A1} und oberhalb des Schwellwerts p_S in kürzeren Intervallen Δt_{A2} . Dadurch wird bei einem höherem Filterwiderstand p entsprechend einem höheren Verschmutzungsgrad des Filters eine häufigere Abreinigung erzwungen, während unterhalb eines bestimmten Verschmutzungsgrads die Abreinigung in längeren Abständen erfolgt. Das in dieser Abbildung dargestellte Beispiel zeigt nur eine einfache Methode der Regelung der Intervalle zwischen den Abreinigungsimpulsen Δt_A in Abhängigkeit des Filterwiderstands p . Die Zeit Δt_A kann auch entsprechend einer Wertetabelle für die Filterwiderstände oder entsprechend einer bestimmten Funktion des Filterwiderstands p bzw. der zeitlichen Änderung des Filterwiderstands ($\Delta p/\Delta t$) eingestellt werden und

auf verschiedenste Art eine optimale Anpassung der Abreinigung an den tatsächlichen Verschmutzungsgrad des Filters realisiert werden.

In Fig. 4 ist schematisch ein Blockschaltbild einer Ausführungsform einer Einrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Mit Hilfe eines Differenzdruckmeßumformers 2 wird der am Filter 1 gemessene Differenzdruck (Filterwiderstand) p in einen elektrischen Strom umgewandelt und einem Mikrokontroller 3 zugeführt. An weiteren Eingängen des Mikrocontrollers 3 können periphere Einrichtungen 7, wie z.B. Schalter od. dgl. zur Festlegung von Programmparametern angeschlossen sein. An den Ausgängen des Mikrocontrollers 3 ist ein Druckwandler 8 und allenfalls ein Impulsformer 4 angeschlossen. Der Druckwandler 8 wandelt das vom Mikrokontroller herrührende elektrische Signal in einen entsprechenden Druck um, mit dem ein Proportionalventil 9 geregt wird. Dadurch wird der Luftdruck der Druckluftquelle 10 mit dem gewünschten Druck p_R einem Druckspeicher 6 zugeführt. Der Impulsformer 4 öffnet das Magnetventil 5 zu den vom Mikrokontroller 3 berechneten oder fest eingestellten Zeitpunkten Δt_A wodurch Abreinigungsimpulse p_R in das Filter gelangen. Im Mikrokontroller 3 läuft ein Programm ab, das die Eingänge des Mikrocontrollers 3 periodisch abfragt und entsprechend dem Signal des Differenzdruckumformers 2 einen Wert berechnet, der dem Druck p_R der Druckluftimpulse proportional ist. An den Ausgang des Mikrocontrollers 3, der mit dem Druckwandler 8 verbunden ist, wird ein entsprechendes elektrisches Signal zur Steuerung des Proportionalventils 9 gelegt. Allenfalls berechnet das Programm des Mikrocontrollers 3 entsprechend dem Wert des Signals des Differenzdruckumformers 2 einen Zeitwert Δt_A , in dessen Abständen ein elektrisches Signal an den Impulsformer 4 zur Öffnung des Magnetventils 5 gelegt wird. Darüberhinaus kann das Programm des Mikrocontrollers 3 auch einen Wert berechnen, welcher der Dauer t_V der Druckluftimpulse proportional ist. Auch dieser wird an den Ausgang des Mikrocontrollers 3, der mit dem Impulsformer 4 verbunden ist, gelegt und steuert somit die Öffnungszeit des Magnetventils 5. In dem dargestellten Blockschaltbild ist jeweils nur ein Impulsformer 4, Magnetventil 5, Druckumformer 8 sowie Proportionalventil 9 dargestellt. Es können auch mehrere solche Einrichtungen, z.B. entsprechend der Anzahl der Filter oder Filterelemente 1 vorhanden sein.

Obwohl sich elektronische Schaltungen für die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens am besten eignen, sind auch andere Konstruktionen zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens denkbar.

30 Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Abreinigung von Filtern für die Feststoffabscheidung mit in bestimmten Zeitintervallen Δt_A wiederkehrenden Druckluftimpulsen bestimmten Drucks p_R und bestimmter Dauer t_V in Abhängigkeit des gemessenen Filterwiderstands p , **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druck p_R der Druckluftimpulse in Abhängigkeit des aktuellen Filterwiderstands p automatisch eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druck p_R der Druckluftimpulse für Filterwiderstände p unterhalb eines willkürlich gewählten Schwellwerts p_s mit steigendem Filterwiderstand p erhöht wird und mit fallendem Filterwiderstand p verringert wird und daß für Filterwiderstände p oberhalb des Schwellwerts p_s die Abreinigung mit maximal zulässigem Druck p_{Rmax} stattfindet.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abreinigung mit maximalem Druck p_{Rmax} , nachdem der Filterwiderstand p über den Schwellwert p_s steigt, auch bei fallendem Filterwiderstand p solange beibehalten wird, bis der Filterwiderstand p konstant bleibt oder wieder steigt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druck p_R der Druckluftimpulse in Abhängigkeit der zeitlichen Änderung des aktuellen Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ automatisch eingestellt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Druck p_R der Druckluftimpulse für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ unterhalb eines willkürlich gewählten ersten Schwellwerts $-(\Delta p/\Delta t)_{s1}$ reduziert wird und für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ oberhalb dieses ersten Schwellwerts $-(\Delta p/\Delta t)_{s1}$ wieder den ursprünglichen Wert annimmt und daß der Druck p_R der Druckluftimpulse allenfalls für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ oberhalb eines willkürlich gewählten zweiten Schwellwerts $(\Delta p/\Delta t)_{s2}$ erhöht wird und für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ unterhalb dieses zweiten Schwellwerts $(\Delta p/\Delta t)_{s2}$ wieder den ursprünglichen Wert annimmt.

6. Verfahren zur Steuerung der Abreinigung von Filtern für die Feststoffabscheidung mit in bestimmten Zeitintervallen Δt_A wiederkehrenden Druckluftimpulsen bestimmten Drucks p_R und bestimmter Dauer t_V in Abhängigkeit des gemessenen Filterwiderstands p , **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dauer t_V der Druckluftimpulse in Abhängigkeit des aktuellen Filterwiderstands p automatisch eingestellt wird.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dauer t_V der Druckluftimpulse für Filterwiderstände p unterhalb eines willkürlich gewählten Schwellwerts p_s mit steigendem Filterwiderstand p erhöht wird und mit fallendem Filterwiderstand p verringert wird und daß für Filterwiderstände p oberhalb des Schwellwerts p_s die Abreinigung mit Druckluftimpulsen maximaler Dauer t_{Vmax} stattfindet.
- 10 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abreinigung mit Druckluftimpulsen maximaler Dauer t_{Vmax} , nachdem der Filterwiderstand p über den Schwellwert p_s steigt, auch bei fallendem Filterwiderstand p solange beibehalten wird, bis der Filterwiderstand p konstant bleibt oder wieder steigt.
- 15 9. Verfahren nach Anspruch 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dauer t_V der Druckluftimpulse in Abhängigkeit der zeitlichen Änderung des aktuellen Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ automatisch eingestellt wird.
- 20 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dauer t_V der Druckluftimpulse für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ unterhalb eines willkürlich gewählten ersten Schwellwerts $-(\Delta p/\Delta t)_{S1}$ reduziert wird und für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ oberhalb dieses ersten Schwellwerts $-(\Delta p/\Delta t)_{S1}$ wieder den ursprünglichen Wert annimmt und daß die Dauer t_V der Druckluftimpulse allenfalls für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ oberhalb 25 eines willkürlich gewählten zweiten Schwellwerts $(\Delta p/\Delta t)_{S2}$ erhöht wird und für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ unterhalb dieses zweiten Schwellwerts $(\Delta p/\Delta t)_{S2}$ wieder den ursprünglichen Wert annimmt.
11. Verfahren zur Steuerung der Abreinigung von Filtern für die Feststoffabscheidung mit in bestimmten Zeitintervallen Δt_A wiederkehrenden Druckluftimpulsen bestimmten Drucks p_R und bestimmter Dauer t_V in Abhängigkeit des gemessenen Filterwiderstands p , **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitintervalle Δt_A zwischen den Druckluftimpulsen in Abhängigkeit der zeitlichen Änderung des aktuellen Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ automatisch eingestellt werden.
- 30 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitintervalle Δt_A zwischen den Druckluftimpulsen für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ unterhalb eines willkürlich gewählten ersten Schwellwerts $-(\Delta p/\Delta t)_{S1}$ reduziert werden und für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ oberhalb dieses ersten Schwellwerts $-(\Delta p/\Delta t)_{S1}$ wieder den ursprünglichen Wert annehmen und daß die Zeitintervalle Δt_A zwischen den Druckluftimpulsen allenfalls für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ oberhalb eines willkürlich gewählten zweiten Schwellwerts $(\Delta p/\Delta t)_{S2}$ erhöht werden und für zeitliche Änderungen des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)$ unterhalb dieses zweiten Schwellwerts $(\Delta p/\Delta t)_{S2}$ wieder den ursprünglichen Wert annehmen.
- 40 13. Verfahren zur Steuerung der Abreinigung von Filtern für die Feststoffabscheidung mit in Zeitintervallen Δt_A wiederkehrenden Druckluftimpulsen der Dauer t_V in Abhängigkeit des gemessenen Filterwiderstands p , gekennzeichnet durch die Kombination mindestens zweier Maßnahmen der Ansprüche 1 bis 12.
14. Verfahren nach Anspruch 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitintervalle Δt_A zwischen den Druckluftimpulsen in Abhängigkeit des aktuellen Filterwiderstands p automatisch eingestellt werden.
- 45 15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zeitintervalle Δt_A zwischen den Druckluftimpulsen für Filterwiderstände p unterhalb eines willkürlich gewählten Schwellwerts p_s mit steigendem Filterwiderstand p verkürzt werden und mit fallendem Filterwiderstand p verlängert werden und daß für Filterwiderstände p oberhalb des Schwellwerts p_s die Abreinigung mit den kürzesten zulässigen Zeitintervallen $\Delta t_{A, min}$ zwischen den Druckluftimpulsen stattfindet.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die kürzest zulässigen Zeitintervalle $\Delta t_{A, \min}$ zwischen den Druckluftimpulsen, nachdem der Filterwiderstand p über den Schwellwert p_s steigt, auch bei fallendem Filterwiderstand p solange beibehalten werden, bis der Filterwiderstand p konstant bleibt oder wieder steigt.
- 5
17. Verfahren nach Anspruch 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß der willkürlich gewählte Schwellwert des Filterwiderstands p_s automatisch um einen festgelegten einstellbaren Druckwert Δp erhöht oder reduziert wird.
- 10 18. Verfahren nach Anspruch 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste willkürliche Schwellwert für die Änderung des Filterwiderstands $-(\Delta p/\Delta t)_{S1}$, und allenfalls der zweite willkürliche gewählte Schwellwert für die Änderung des Filterwiderstands $(\Delta p/\Delta t)_{S2}$ automatisch um einen festgelegten einstellbaren Wert $\Delta(\Delta p/\Delta t)$ erhöht oder reduziert wird.
- 15 19. Einrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Ansprüchen 1 bis 18 umfassend einen Mikrokontroller (3) mit Eingängen und Ausgängen, einen Differenzdruckumformer (2), einen oder mehrere Impulsformer (4), mindestens einen Druckwandler (8), mindestens ein Magnetventil (5), mindestens ein Proportionalventil (9) sowie einen Druckspeicher (6), **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ausgang des Differenzdruckumformers (2) mit einem Eingang des Mikrokontrollers (3), ein Ausgang des Mikrokontrollers (3) mit dem oder jedem Druckwandler (8), allenfalls ein Ausgang des Mikrokontrollers (3) mit dem oder jedem Impulsformer (4) sowie der oder jeder Druckwandler (8) mit je einem Proportionalventil (9) und der oder jeder Impulsformer (4) mit je einem Magnetventil (5) verbunden ist und daß im Mikrokontroller (3) ein Programm abläuft, das entsprechend dem Signal des Differenzdruckumformers (2) einen Wert berechnet und daß ein entsprechendes elektrisches Signal an den oder jeden Druckwandler (8) zur Steuerung des oder jedes Proportionalventils (9) gelegt wird und daß das Programm entsprechend dem Signal des Differenzdruckumformers (2) allenfalls einen Zeitwert berechnet, in dessen Abständen Δt_A ein elektrisches Signal an den oder jeden Impulsformer (4) zur Öffnung des oder jedes Magnetventils (5) gelegt wird und daß das Programm entsprechend dem Signal des Differenzdruckumformers (2) allenfalls einen der Dauer des elektrischen Signals an den oder jeden Impulsformer (4) und damit der Öffnungsduer t_v des oder jedes Magnetventils (5) entsprechenden Zeitwert berechnet.
- 20
- 25
- 30
- 35 20. Einrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit den Eingängen des Mikroprozessors (3) periphere Einrichtungen (7), wie zum Beispiel Schalter od. dgl. zur Festlegung und Änderung von Programmparametern des Mikrokontrollers (3) verbunden sind.

Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

40

45

50

55

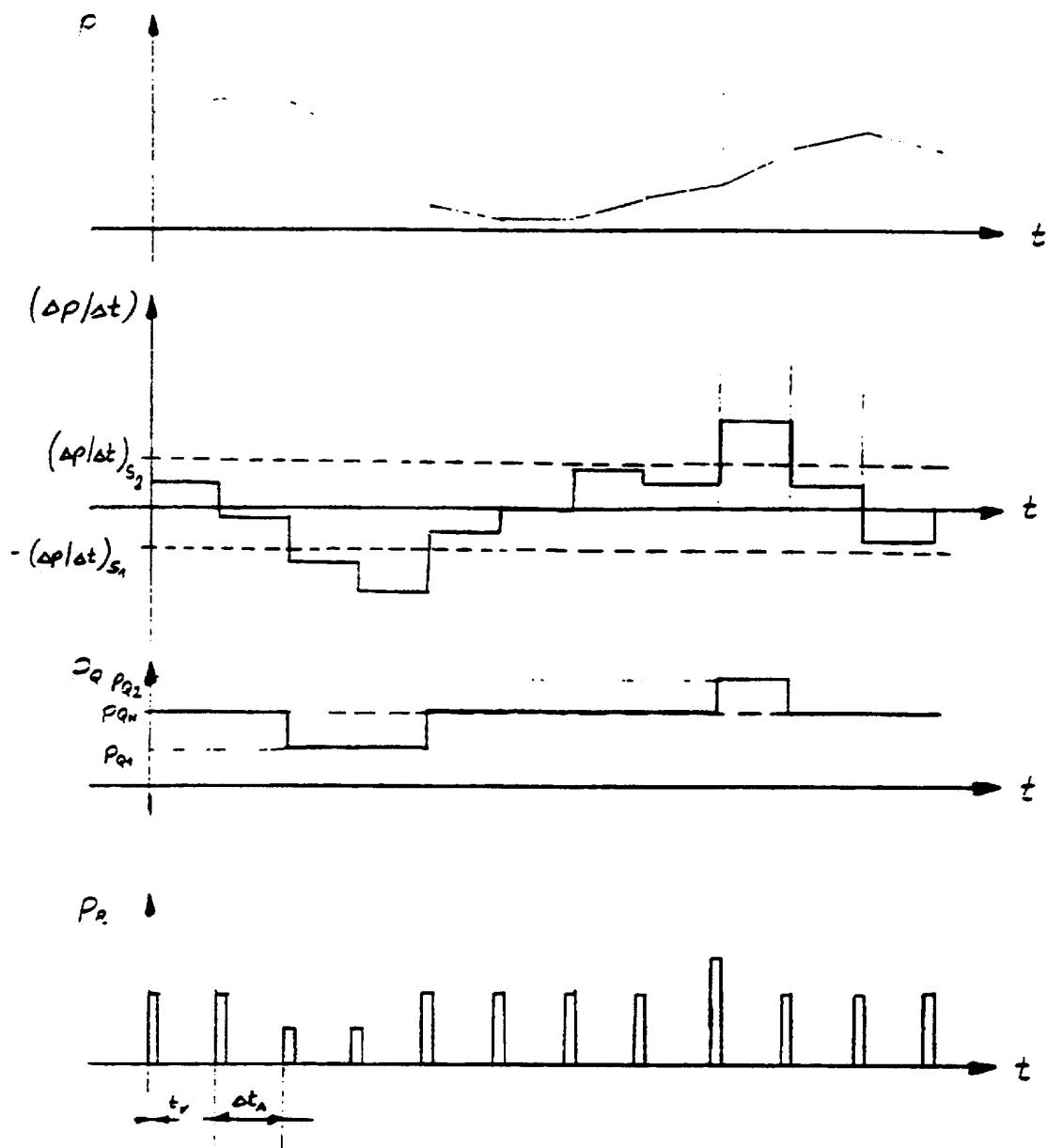


FIG. 1

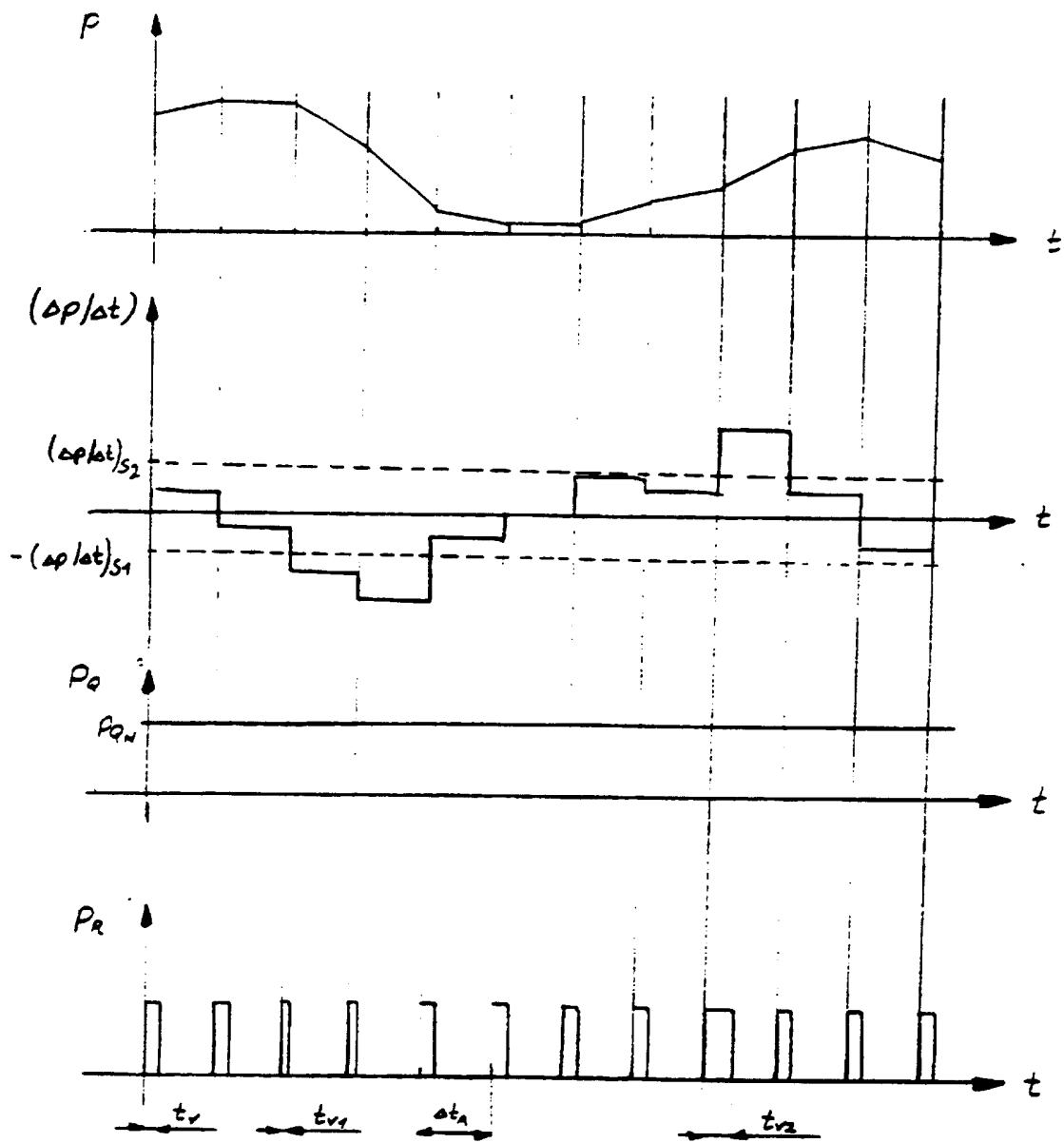


FIG. 2

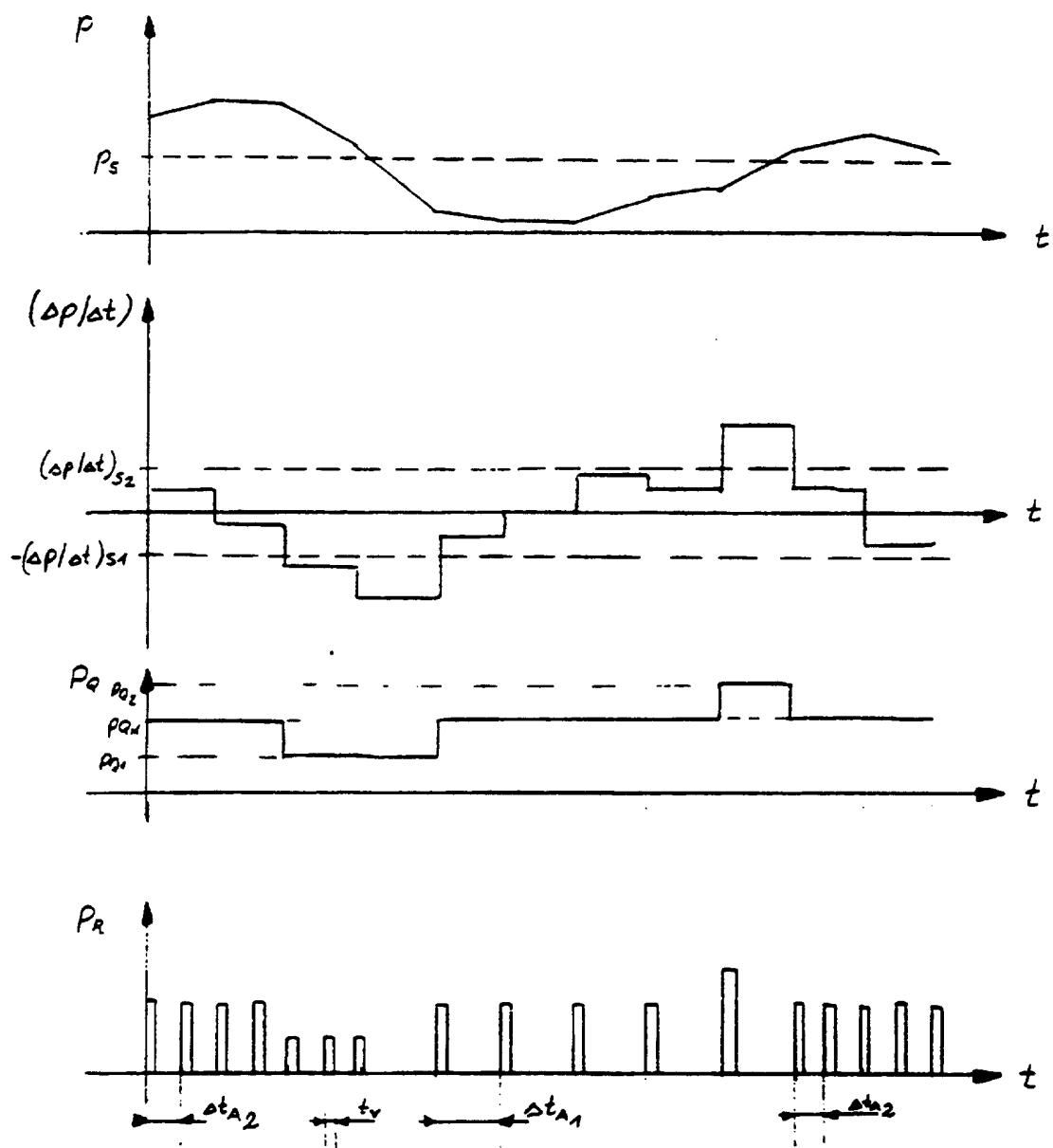


Fig. 3

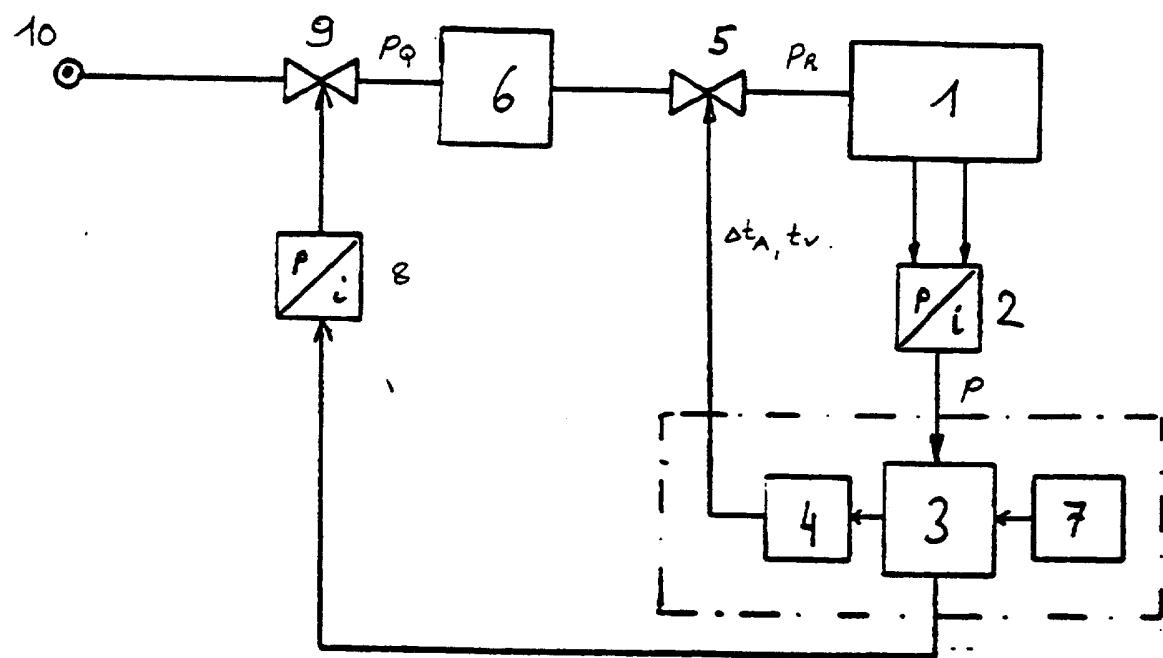


FIG 4