

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer :

0 039 816
B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift :
25.07.84

(51)

Int. Cl.³ : **B 03 C 3/68, B 03 C 3/16**

(21)

Anmeldenummer : **81103147.5**

(22)

Anmeldetag : **27.04.81**

(54)

Verfahren zur fortlaufenden Optimierung des elektrischen Arbeitspunktes eines elektrostatischen Nassfilters.

(30)

Priorität : **09.05.80 DE 3017884**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung :
18.11.81 Patentblatt 81/46

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **25.07.84 Patentblatt 84/30**

(84)

Benannte Vertragsstaaten :
AT CH DE FR GB LI SE

(56)

Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 031 056
DE-A- 1 557 234
DE-A- 2 357 017
GB-A- 956 783
US-A- 2 907 403

(73)

Patentinhaber : **METALLGESELLSCHAFT AG**
Reuterweg 14 Postfach 3724
D-6000 Frankfurt/M.1 (DE)

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2 (DE)

(72)

Erfinder : **Herklotz, Helmut, Dipl.-Ing.**
Waldstrasse 20
D-6078 Neu Isenburg (DE)
Erfinder : **Mehler, Günter**
Eysseneck Strasse 47
D-6000 Frankfurt/Main (DE)
Erfinder : **Neulinger, Franz, Dipl.-Ing.**
Friedrich-Ebert-Strasse 17
D-6057 Dietzenbach (DE)
Erfinder : **Schummer, Helmut, Dipl.-Ing.**
Gustav-Adolf-Strasse 27
D-6056 Heusenstamm (DE)
Erfinder : **Daar, Horst, Dr. Dipl.-Ing.**
Friedrich-Bauer-Strasse 30
D-8520 Erlangen (DE)
Erfinder : **Schmidt, Walter, Dipl.-Ing.**
Waldstrasse 22
D-8521 Uttenreuth (DE)
Erfinder : **Winkler, Heinrich**
Pottensteiner Strasse 2
D-8524 Neunkirchen (DE)

(74)

Vertreter : **Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al**
Postfach 22 01 76
D-8000 München 22 (DE)

EP 0 039 816 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur fortlaufenden Optimierung des elektrischen Arbeitspunktes eines elektrostatischen Naßfilters, das über ein elektrisches Stellglied an ein Wechselstromnetz angeschlossen ist.

Elektrostatische Abscheider zur Reinigung von Gasen sind bereits seit längerer Zeit bekannt. Hierbei wird im Regelfall die Spannung am Filter so geregelt, daß sich ein vorgegebener Filterstrom und/oder eine vorgegebene Überschlagnäufigkeit einstellt.

Einschlägige Steuerungen hierfür sind beispielsweise in der Siemens Zeitschrift 1971, Seiten 567-572 oder in der DE-AS 11 48 977 näher beschrieben.

Es ist bereits ein Verfahren zur fortlaufenden Optimierung des elektrischen Arbeitspunktes eines elektrostatischen Filters bekannt, bei dem die Elektrodenspannung ein Maximum als Funktion der zugeführten Energie durchläuft. Hierbei wird in vorgegebenen Zeitabständen die Aussteuerung des Stellgliedes auf iterativem Wege selbsttätig so lange verändert, bis der Mittelwert der Filtergleichspannung im Bereich des erreichbaren Maximums liegt (vgl. z. B. DE-A-2 357 017).

Es gibt nun spezielle elektrische Abscheider, bei denen während des Betriebs die Elektroden laufend oder zeitweise mit Wasser besprüht und zusätzlich in vorgegebenen Zeitabständen mit größeren Wassermengen gereinigt werden. Hierdurch kommt es bei diesen sog. Naßfiltern praktisch laufend zu elektrischen Überschlagnägen, während deren Dauer die Spannung am Filter einbricht, d. h. zu einem sehr unregelmäßigen Spannungsverlauf, der die üblichen Optimierungsmethoden nicht ohne weiteres anwendbar erscheinen läßt.

Im Regelfall werden daher derartige Naßfilter heute nur auf konstanten Filterstrom geregelt. Dieser vorgegebene Filterstromwert kann bei der Einstellung des Filters zu einem optimalen elektrischen Arbeitspunkt des Filters führen; es ist aber nicht anzunehmen, daß dieser Optimalwert erhalten bleibt, da sich die Betriebsumstände, wie z. B. die Staubbelaugungsmenge des zu reinigenden Gases, die Korngröße des Staubes, die Gasmenge, die Gastemperatur und/oder die Art des Staubes ändern können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren anzugeben, mit dem der elektrische Arbeitspunkt des Naßfilters fortlaufend optimiert werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs gelöst.

Hierbei wird von den Überlegung ausgegangen, daß auch bei einem Naßfilter infolge der Spannungszusammenbrüche durch Überschlagnäge der über einen Zeitraum von z. B. 5 Sekunden gemittelte Wert der Filtergleichspannung ein Maximum hat, ab dem dieser Wert trotz weiterer Aussteuerung des Stellgliedes wieder sinkt und

dabei der Filterstrom weiter ansteigt. Da für eine ausreichende Abscheidung Filterstrom und Filterspannung vorhanden sein müssen, liegt im Bereich des Maximums des Mittelwertes der Filtergleichspannung der beste Abscheidungswirkungsgrad. Genauere Untersuchungen haben dabei ergeben, daß der als Arbeitspunkt dienende Mittelwert der Filtergleichspannung um einen vorgegebenen Prozentsatz unterhalb des Spannungsmaximums — bei gegenüber diesem Betriebszustand erhöhten Filtergleichstrom — liegen soll, da hier noch ausreichende Spannungen mit verhältnismäßig großen Strömen zusammentreffen.

Der Prozentsatz kann dabei selbsttätig abhängig von der gemessenen Staubbelaugung des Reingases und/oder der aufgenommenen elektrischen Leistung zusätzlich verändert werden.

Aufgrund des vorstehend beschriebenen Regelverfahrens ist weitgehend gesichert, daß das Filter zumindest während des größten Teils der Betriebszeit im optimalen Arbeitspunkt arbeitet.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels sei die Erfindung näher erläutert; es zeigen:

Figur 1 ein schematisches Schaltungsschema einer Steuerung und

Figur 2 mögliche Verläufe des Filtergleichstroms; aufgetragen über dem Mittelwert der Filtergleichspannung.

Wie aus Figur 1 ersichtlich, speist ein Wechselstromnetz N über ein steuerbares Thyristorstellglied 1 und einen Hochspannungstransformator 2 einen Hochspannungsgleichrichter 3, der die benötigte Gleichspannung für das als Naßfilter ausgebildete Elektrofilter 4 liefert. Die Steuerungsspannung U_{st} für den Steuersatz 5 des Stellgliedes 1 wird nun so gewählt, daß sich ein vorgegebener Wert der mittleren Filtergleichspannung ergibt.

Hierzu wird am Filter 4 in bekannter Weise ein der Filtergleichspannung U_F proportionaler Wert abgenommen und einem Mittelwertbildner 8 zugeführt. Dieser bildet aus der pulsierenden und lückenden Filtergleichspannung innerhalb einer Zeitdauer von z. B. 5 Sekunden fortlaufend den Mittelwert U_{Fm} der Filtergleichspannung. Dieser Wert U_{Fm} liegt zusammen mit einem im Speicher 12 gespeicherten Sollwert der Filtergleichspannung U_{FR} an einem Regler 6 der die Steuerungsspannung U_{st} für den Steuersatz 5 bildet. Die Bildung des Sollwertes U_{FR} , d. h. der Arbeitspunkt bei dem das Filter arbeitet, wird auf folgende Weise vorgenommen. Durch ein Zeitglied 7, das auf den Regler 6 wirkt, wird — ausgehend von einem relativ niedrigen Wert U_0 der Filterspannung — die Steuerungsspannung U_{st} fortlaufend erhöht. Erreicht hierdurch — Kurve I in Figur 2 — der Mittelwert der Filtergleichspannung, das Maximum U_{FM} , d. h. $\frac{dU_{FM}}{dI_F} = 0$,

wobei mit I_F der Filterstrom bezeichnet ist, so

wird durch die Maximalwerterfassung 9 der Speicher 10 freigegeben und übernimmt den gerade am Ausgang des Mittelwertbildners 8 anstehenden Wert U_{FM} , der diesem Maximum U_{FM} entspricht. Dieser Wert wird mittels eines Reduziergliedes 11 um z. B. 10 % auf den Wert U_{FR} verringert und an den Speicher 12 als Sollwert für den Regler 6 weitergegeben. Der Regler 6 führt nun die Steuerspannung U_{st} in der Weise, daß dieser Sollwert möglichst erhalten bleibt.

Nach z. B. einem Zeitraum von 10 Minuten wird der Vorgang der Suche des optimalen Arbeitspunktes erneut wiederholt.

Sei z. B. angenommen, daß sich jetzt ein Kurvenverlauf gemäß der gestrichelt gezeichneten Kurve II in Figur 2 ergibt, so wird wiederum — ausgehend von einem relativ niedrigen Wert der Aussteuerung — der neue Maximalwert U_{FM}' ermittelt und um einen bestimmten Faktor reduziert als neuer Sollwert U_{FR} dem Regler 6 zur Verfügung gestellt.

Damit bei dem vorstehend beschriebenen Regelverfahren bestimmte Grenzwerte des Stromes nicht überschritten werden, wird ferner noch ein dem Filtergleichstrom I_F proportionaler Wert — Leitung 14 — auf die Begrenzung des Reglers 6 gegeben. Beim Erreichen der vorgegebenen Stromgrenzen wird dann das Ausgangssignal des Reglers 6 so begrenzt, daß der Strom nicht weiter ansteigt.

Wie bereits bemerkt, kann es von Vorteil sein, wenn der Reduktionsfaktor im Glied 11 nicht fest gewählt wird, sondern abhängig von der Staubbelastung und/oder der aufgenommenen elektrischen Leistung verändert wird. Hierzu kann z. B. ein Multiplikationsglied 13 vorgesehen sein, das aus der mittleren Filtergleichspannung und dem Filterstrom einen Wert bildet und entsprechend diesem Wert den Reduktionsfaktor im Reduzierglied 11 einstellt. Wie durch die gestrichelte Leitung 16 angedeutet, kann aber auch der Reduktionsfaktor abhängig von der durch ein Meßgerät 15 erfaßten Reingasstaubbelastung verändert werden.

Zur Ergänzung des vorstehend beschriebenen Suchverfahrens des optimalen Arbeitspunktes wurden Funktionsbausteine in Form logischer Schaltungen und Verstärker angegeben. Im Zuge der Rechnerntechnik, insbesondere dem Einsatz von Mikroprozessoren, wird heute vorteilhafterweise die Steuerung durch eine entsprechende Mikrocomputersteuerung realisiert. In einer solchen Steuerung können dann auch noch weitere Parameter, wie Primärstrom und Durchschlagshäufigkeit, verarbeitet werden.

Anspruch

Verfahren zur fortlaufenden Optimierung des elektrischen Arbeitspunktes eines elektrostatischen Naßfilters (4), das über ein elektrisches Stellglied (1) an ein Wechselstromnetz (N) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß in

vorgegebenen Zeitabständen die Aussteuerung des Stellgliedes (1) auf iterativem Wege selbsttätig so lange verändert wird, bis der Mittelwert der gemessenen Filtergleichspannung (U_{FM}) im erreichbaren Maximum dieses Mittelwertes liegt, daß hieraus ein Arbeitspunkt bestimmt wird, bei dem der Mittelwert der Filtergleichspannung (U_{FR}) um einen vorgegebenen Prozentsatz unterhalb des Spannungsmaximums (U_{FM}) — bei gegenüber diesem Betriebszustand erhöhten Filtergleichstrom (J_F) — liegt und daß dieser Prozentsatz abhängig von der gemessenen Staubbeltung des Reingases und/oder der aufgenommenen elektrischen Leistung des Filters (4) selbsttätig verändert wird.

Claim

A process for continuously optimising the electric working point of an electro-static wet filter (4) connected to an alternating current network (N ~) by means of an electric setting element (1), characterised in that at pre-determined time intervals the control of the setting element (1) is automatically modified in an iterative manner until the mean value of the measured direct filter voltage (U_{FM}) lies at the achievable maximum of this mean value, that an operating point is determined therefrom, wherein the mean value of the direct filter voltage (U_{FR}) lies a predetermined percentage below the voltage maximum (U_{FM}) — when the direct filter current (J_F) is increased compared with this operating state — and that this percentage is automatically changed in dependence upon the measured dust loading of the pure gas and/or the absorbed electric power of the filter (4).

Revendication

Procédé pour l'optimisation continue du point de fonctionnement électrique d'un filtre électrostatique humide (4) qui est raccordé à un réseau de courant alternatif (N ~) par l'intermédiaire d'un élément de réglage électrique (1), caractérisé par le fait qu'à des intervalles de temps prédéterminés le contrôle de l'élément de réglage (1) est modifié automatiquement de façon itérative jusqu'à ce que la valeur moyenne de la tension continue mesurée (U_{FM}) aux bornes du filtre se trouve au maximum de cette valeur moyenne qui peut être atteint, qu'à partir de ceci il est déterminé un point de fonctionnement pour lequel la valeur moyenne de la tension continue (U_{FR}) aux bornes du filtre se trouve à un pourcentage prédéterminé en-deça du maximum de tension (U_{FM}) — pour un courant continu (J_F) du filtre plus important par rapport à cet état de fonctionnement —, et que ce pourcentage est modifié automatiquement en fonction de la charge en poussière mesurée du gaz purifié et/ou de la puissance électrique absorbée par le filtre (4).

