



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 508 509 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **24.08.94**

Int. Cl.⁵: **B03C 3/68**

Anmeldenummer: **92200725.7**

Anmeldetag: **13.03.92**

Verfahren zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Dsn in einem elektrostatischen Abscheider.

Priorität: **10.04.91 DE 4111673**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.10.92 Patentblatt 92/42

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
24.08.94 Patentblatt 94/34

Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI SE

Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 184 922 DE-B- 1 080 979
DE-B- 1 154 076 DE-B- 1 199 240
GB-A- 956 783 GB-A- 981 147

Patentinhaber: **METALLGESELLSCHAFT Ak-
tiengesellschaft**
Postfach 10 15 01,
Reuterweg 14
D-60015 Frankfurt (DE)

Erfinder: **Hundertmark, Ralph**
Schillerstrasse 6
W-8752 Waldaschaff (DE)
Erfinder: **Böcker, Heinrich**
Am Rullenweg 2
W-4420 Coesfeld (DE)
Erfinder: **Schummer, Helmut**
Gustav-Adolf-Strasse 27
W-6056 Heusenstamm (DE)

EP 0 508 509 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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 Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n in einem elektrostatischen Abscheider.

5 Verfahren zur Optimierung der Abscheidung von Schadstoffen in elektrostatischen Abscheidern sind bekannt. In der GB-A-981147 wird ein Verfahren zur automatischen Spannungskontrolle in einem elektrostatischen Abscheider beschrieben, bei dem eine kontinuierliche Messung des Spannungsverlaufs während des Betriebs durchgeführt wird und laufend eine Berechnung der Spannungsdifferenz zwischen der jeweiligen Durchschlagsspannung und der sich tatsächlich einstellenden Spannung erfolgt. Die so ermittelte
10 Spannungsdifferenz wird mit einer vorgegebenen Spannungsdifferenz verglichen. Ist die vorgegebene Spannungsdifferenz größer als die ermittelte, so wird die im elektrostatischen Abscheider angelegte Spannung erhöht. Ist die vorgegebene Spannungsdifferenz kleiner als die ermittelte, so wird die im elektrostatischen Abscheider angelegte Spannung vermindert. Bei diesem Verfahren wird die ermittelte Spannungsdifferenz durch Variation der angelegten Spannung so lange verändert, bis sie sich mit der
15 vorgegebenen Spannungsdifferenz deckt.

In der GB-A- 956783 wird ein Verfahren zur Regelung der Spannung eines elektrostatischen Abscheiders beschrieben, bei dem die Intensität eines jeden Durchschlags während einer bestimmten Zeitperiode gemessen wird. Die einzelnen Meßwerte werden summiert und mit einem vorgegebenen Wert verglichen. Die Spannung im elektrostatischen Abscheider wird erhöht, wenn die Summe kleiner ist als der vorgegebene
20 Wert. Ergibt sich eine Summe, die größer als der vorgegebene Wert ist, so wird die Spannung im elektrostatischen Abscheider vermindert. Bei diesem Verfahren ist unter der Bezeichnung 'Intensität' die Menge der zwischen den Niederschlagselektroden während der einzelnen Durchschläge in einem bestimmten Zeitintervall fließenden elektrischen Ladung zu verstehen.

Die DE-B-1154076 beschreibt eine Einrichtung zur kontaktlos stetigen Spannungsregelung von elektrostatischen Abscheidern in Abhängigkeit von der Zahl der Überschläge, bei der eine Anordnung zum Vergleich eines durch Integration der Überschläge in einem Speicher gebildeten Istwerts mit einem kontinuierlich oder impulsförmig - vorzugsweise auf einen Speicher - aufgegebenen Sollwert vorgesehen ist, die beim Auftreten einer Regelabweichung das Stellglied für die Abscheiderspannung betätigt. Bei diesem
25 Verfahren werden die von den Überschlagssoll- und Überschlagsistwerten abgeleiteten elektrischen Größen derart an die Steuerleitungen von mindestens einem als Vergleichsanordnung vorgesehenen Magnetverstärker gelegt, daß das Ausgangssignal des Magnetverstärkers unmittelbar das Regelabweichungssignal für die kontaktlos stetige Regelung der Abscheiderspannung liefert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n in einem elektrostatischen Abscheider zu schaffen, das relativ schnell
35 durchgeführt werden kann und bei dem eine Anpassung an schwankende Parameter des Abgases, wie beispielsweise Temperatur und Konzentration der Schadstoffe möglich ist.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n in einem elektrostatischen Abscheider gelöst, bei dem in einem ersten Schritt eine willkürlich gewählte Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_1 vorgegeben
40 wird und bis zu einem Zeitpunkt t_1 die einzelnen Werte der sich im Betrieb einstellenden Durchschlagsspannung U_{1D} als Funktion der Zeit t bestimmt werden und bei dem die Werte

$$45 \quad F_{akt,1} = \int_0^{t_1} U_1(t) \cdot dt \quad \text{und} \quad F_{max,1} = \int_0^{t_1} U_{1D}(t) \cdot dt$$

50 ermittelt werden, anschließend der Wert

$$55 \quad Vh_1 = \frac{F_{akt,1}}{F_{max,1}}$$

ermittelt wird und bei dem in einem zweiten Schritt eine willkürlich gewählte Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_2 vorgegeben wird und bis zu einem Zeitpunkt t_2 die einzelnen Werte der sich im Betrieb

einstellenden Spannung U_2 ermittelt werden, wobei die einzelnen Werte der Durchschlagsspannung U_{2D} als Funktion der Zeit t bestimmt werden, und bei dem die Werte

$$Fakt_2 = \int_{t_1}^{t_2} U_2(t) \cdot dt \quad \text{und} \quad Fmax_2 = \int_{t_1}^{t_2} U_{2D}(t) \cdot dt$$

ermittelt werden, anschließend der Wert

$$Vh_2 = \frac{Fakt_2}{Fmax_2}$$

ermittelt wird, die Werte Vh_1 und Vh_2 miteinander verglichen werden und anschließend $n - 2$ weitere Schritte durchgeführt werden, wobei in entsprechender Weise die Werte Vh_3 bis Vh_n ermittelt werden und für die jeweils unterschiedliche Wahl der Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_3 bis Ds_n die folgenden Bedingungen gelten:

$$\begin{aligned} & (Vh_{i+1} > Vh_i) \wedge (Ds_i > Ds_{i+1}) \\ \implies & (Ds_{i+2} < Ds_{i+1}) \\ \vee & (Vh_{i+1} > Vh_i) \wedge (Ds_i < Ds_{i+1}) \\ \implies & (Ds_{i+2} > Ds_{i+1}) \\ \vee & (Vh_{i+1} < Vh_i) \wedge (Ds_i > Ds_{i+1}) \\ \implies & (Ds_{i+2} > Ds_{i+1}) \\ \vee & (Vh_{i+1} < Vh_i) \wedge (Ds_i < Ds_{i+1}) \\ \implies & (Ds_{i+2} < Ds_{i+1}) \quad \text{mit } i = 1 \text{ bis } (n - 2). \end{aligned}$$

Unter der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n ist diejenige Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit zu verstehen, bei deren Vorgabe der Wirkungsgrad des elektrostatischen Abscheiders am größten ist. Mit dem vorgeschlagenen Verfahren läßt sich die optimale Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n sowohl in einem Naßelektroabscheider als auch in einem Trockenelektroabscheider bestimmen. Unter der sich im Betrieb einstellenden Spannung U_1 sind diejenigen Spannungen zu verstehen, die im ersten Schritt des Verfahrens zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n im elektrostatischen Abscheider ermittelt werden. Unter der Durchschlagsspannung U_{1D} sind diejenigen Spannungen im ersten Schritt zu verstehen, bei denen es unmittelbar nach ihrer Einstellung zu einem Spannungsabfall kommt. Dabei sinkt die Spannung in der Regel auf eine Restspannung ab. Die Spannungen U_2 und U_{2D} sind in entsprechender Weise auf den zweiten Schritt des Verfahrens zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n bezogen.

Es hat sich überraschenderweise gezeigt, daß sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die optimale Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n relativ schnell bestimmen läßt, wobei Schwankungen im Abgas hinsichtlich Temperatur, Konzentration der Schadstoffe berücksichtigt werden.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß die einzelnen Zeitspannen zwischen den Zeitpunkten t_{i-1} bis t_i mit $i = 1$ bis n 10 bis 300 Sekunden umfassen. Dadurch ist gewährleistet, daß die Schwankungen im Abgas hinsichtlich Temperatur und Konzentration der Schadstoffe in ausreichendem Maße erfaßt und berücksichtigt werden.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden die Werte Vh_i als Quotient

$$\frac{Fakt_{i\ korr}}{Fmax_i} \quad \text{mit}$$

$$Fmax_i = \int_{t_{i-1}}^{t_i} U_{iD}(t) \cdot dt \quad \text{und} \quad Fakt_{i\ korr} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} C_i \cdot U_i(t) \cdot dt$$

ermittelt, wobei gilt:

$$C_i = \left(\frac{U_i}{U_{iD}} \right)^2$$

mit $i = 1$ bis n .

Mit U_{iD} sind die Durchschlagsspannungen im i -ten Schritt des Verfahrens zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n zu verstehen. Mit U_i sind die sich im i -ten Schritt einstellenden Spannungen gemeint.

Der Wirkungsgrad eines elektrostatischen Abscheiders ist bei vorgegebener Abscheidefläche der Niederschlagselektroden und bei einem vorgegebenen Durchsatz des Abgases eine Funktion der effektiven Wanderungsgeschwindigkeit der einzelnen Staubpartikel. Diese effektive Wanderungsgeschwindigkeit wiederum ist eine Funktion der mit 2 potenzierten Spannung U_i . Durch das Einbringen des Korrekturfaktors C_i läßt sich die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der mit 2 potenzierten Spannung U_i berücksichtigen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung (Fig. 1 bis 3) näher erläutert.

Fig. 1 zeigt die Durchschlagsspannung U_{iD} als Funktion der Zeit t .

Fig. 2 zeigt die sich im Betrieb einstellende Spannung U_i als Funktion der Zeit t .

Fig. 3a, 3b, 3c, 3d zeigen schematisch den Wert Vh_i als Funktion der Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_i .

In Fig. 1 ist die Durchschlagsspannung U_{iD} als Funktion der Zeit t mit der schraffierten Fläche (2) unter der Durchschlagsspannungskurve (1) dargestellt. Bei dem i -ten Schritt des Verfahrens zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n entspricht der Flächeninhalt der schraffierten Fläche (2) im Zeitintervall t_{i-1} bis t_i dem Wert $Fmax_i$.

In Fig. 2 ist die sich im Betrieb einstellende Spannung U_i als Funktion der Zeit t mit der Spannungskurve (3) dargestellt. Ferner ist die Durchschlagsspannungskurve (1), die den funktionellen Zusammenhang zwischen der Durchschlagsspannung U_{iD} und der Zeit t beschreibt, gestrichelt dargestellt. In einem i -ten Schritt des Verfahrens zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n entspricht der Flächeninhalt der schraffierten Fläche (4) unter der Spannungskurve (3) dem Wert $Fakt_i$. Bei jedem einzelnen Schritt des Verfahrens zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n wird zunächst die Spannung U_i erhöht, bis sie den Wert der Durchschlagsspannung U_{iD} erreicht. Dies geschieht, wenn die Spannungskurve (3) die Durchschlagsspannungskurve (1), ausgehend vom Koordinatenursprung in positiver Richtung der Zeitachse (Abszisse), zum ersten Mal tangiert, wie es in Fig. 2 dargestellt ist. Bei einem Durchschlag sinkt die Spannung schlagartig auf eine Restspannung (5) ab.

Nach Entionisierung des Abgases wird die Spannung gemäß der Spannungskurve (3) bis zum nächsten Durchschlag erhöht. Dabei wird in gleicher Weise solange verfahren, bis die vorgegebene Zeitspanne des Schrittes abgelaufen ist. Die einzelnen Werte U_i werden gemessen und die Spannungskurve (3) vollständig erstellt. Die Durchschlagsspannungskurve (1) wird mit Hilfe der einzelnen Werte U_{iD} erstellt, die ja ebenfalls durch die laufende Messung der Spannung U_i bekannt sind. Dabei ist es vorteilhaft, die gemessenen Werte U_{iD} entweder durch Geraden miteinander zu verbinden oder eine berechnete Funktion in Form einer Durchschlagsspannungskurve (1) anzugeben, wie dies in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist. Nachdem die Flächeninhalte der schraffierten Flächen (2) und (4) berechnet worden sind, kann der Wert Vh_i ermittelt werden. In der Praxis wird die Bestimmung der Werte Vh_i von einem Rechner durchgeführt. An den einen Schritt des Verfahrens zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n schließt sich unmittelbar der nächste Schritt an. Sind die ersten beiden Schritte durchgeführt worden, so

liegen zwei Werte Vh_i vor, die miteinander verglichen werden. Die Wahl der Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_3 für den dritten Schritt erfolgt anschließend unter Beachtung der folgenden Bedingungen, die in Fig. 3 verdeutlicht werden:

- a) Ist Vh_2 größer als Vh_1 und Ds_1 größer als Ds_2 , wie in Fig. 3a dargestellt, so muß Ds_3 kleiner gewählt werden als Ds_2 .
- b) Ist Vh_2 größer als Vh_1 und Ds_1 kleiner als Ds_2 , wie in Fig. 3b dargestellt, so muß Ds_3 größer als Ds_2 gewählt werden.
- c) Ist Vh_2 kleiner als Vh_1 und Ds_1 größer als Ds_2 , wie in Fig. 3c dargestellt, so muß Ds_3 größer als Ds_2 gewählt werden.
- d) Ist Vh_2 kleiner als Vh_1 und Ds_1 kleiner als Ds_2 , wie in Fig. 3d dargestellt, so muß Ds_3 kleiner als Ds_2 gewählt werden.

Ist der dritte Schritt des Verfahrens zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n durchgeführt, werden die Werte Vh_3 und Vh_2 in entsprechender Weise miteinander verglichen und die entsprechende Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_4 für den vierten Schritt in entsprechender Weise gewählt und vorgegeben. Im Idealfall sind die Flächeninhalte der schraffierten Flächen (2) und (4) gleich, so daß sich für Vh_i ein Wert von 1 ergibt. Die optimale Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n ist dann erreicht, wenn sich der Wert Vh_i durch weitere Schritte nicht mehr vergrößern läßt und somit der Wert Vh_n erreicht ist.

20 Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der optimalen Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_n in einem elektrostatischen Abscheider, bei dem in einem ersten Schritt eine willkürlich gewählte Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_1 vorgegeben wird und bis zu einem Zeitpunkt t_1 die einzelnen Werte der sich im Betrieb einstellenden Spannung $U1$ ermittelt werden, wobei die einzelnen Werte der Durchschlagsspannung $U1_D$ als Funktion der Zeit t bestimmt werden und bei dem die Werte

$$Fakt_1 = \int_0^{t_1} U1(t) \cdot dt \quad \text{und} \quad Fmax_1 = \int_0^{t_1} U1_D(t) \cdot dt$$

ermittelt werden, anschließend der Wert

$$Vh_1 = \frac{Fakt_1}{Fmax_1}$$

ermittelt wird und bei dem in einem zweiten Schritt eine willkürlich gewählte Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_2 vorgegeben wird und bis zu einem Zeitpunkt t_2 die einzelnen Werte der sich im Betrieb einstellenden Spannung $U2$ ermittelt werden, wobei die einzelnen Werte der Durchschlagsspannung $U2_D$ als Funktion der Zeit t bestimmt werden, und bei dem die Werte

$$Fakt_2 = \int_{t_1}^{t_2} U2(t) \cdot dt \quad \text{und} \quad Fmax_2 = \int_{t_1}^{t_2} U2_D(t) \cdot dt$$

ermittelt werden, anschließend der Wert

$$Vh_2 = \frac{Fakt_2}{Fmax_2}$$

ermittelt wird, die Werte Vh_1 und Vh_2 miteinander verglichen werden und anschließend $n - 2$ weitere Schritte durchgeführt werden, wobei in entsprechender Weise die Werte Vh_3 bis Vh_n ermittelt werden und für die jeweils unterschiedliche Wahl der Anzahl von Durchschlägen pro Zeiteinheit Ds_3 bis Ds_n die folgenden Bedingungen gelten:

$$(Vh_{i+1} > Vh_i) \wedge (Ds_i > Ds_{i+1}) \\ \implies (Ds_{i+2} < Ds_{i+1})$$

$$\vee (Vh_{i+1} > Vh_i) \wedge (Ds_i < Ds_{i+1}) \\ \implies (Ds_{i+2} > Ds_{i+1})$$

$$\vee (Vh_{i+1} < Vh_i) \wedge (Ds_i > Ds_{i+1}) \\ \implies (Ds_{i+2} > Ds_{i+1})$$

$$\vee (Vh_{i+1} < Vh_i) \wedge (Ds_i < Ds_{i+1}) \\ \implies (Ds_{i+2} < Ds_{i+1})$$

mit $i = 1$ bis $(n - 2)$.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die einzelnen Zeitspannen zwischen den Zeitpunkten t_{i-1} bis t_i mit $i = 1$ bis n 10 bis 300 Sekunden umfassen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Werte Vh_i als Quotient

$$F_{\max i} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} U_{iD}(t) \cdot dt \quad \text{und} \quad \frac{Fakt_{i \text{ korrr}}}{F_{\max i}} \quad \text{mit} \quad Fakt_{i \text{ korrr}} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} C_i \cdot U_i(t) \cdot dt$$

ermittelt werden, wobei gilt:

$$C_i = \left(\frac{U_i}{U_{iD}} \right)^2$$

mit $i = 1$ bis n .

Claims

1. A method for determining the optimum number of discharges per unit of time Dc_n in an electrostatic precipitator, in which in a first step an arbitrarily selected number of discharges per unit of time Dc_1 is set and the individual values of the voltage U_1 which occurs in operation are determined up to a time t_1 , the individual values of the discharge voltage U_{1D} being determined as a function of the time t and in which the values

$$Sact_1 = \int_0^{t_1} U_1(t) \cdot dt \quad \text{and} \quad Smax_1 = \int_0^{t_1} U_{1D}(t) \cdot dt$$

5

are determined, then the value

10

$$Vh_1 = \frac{Sact_1}{Smax_1}$$

15

is determined and in which in a second step an arbitrarily selected number of discharges per unit of time Dc_2 is set and the individual values of the voltage U_2 which occurs in operation are determined up to a time t_2 , the individual values of the discharge voltage U_{2D} being determined as a function of the time t , and in which the values

20

$$Sact_2 = \int_{t_1}^{t_2} U_2(t) \cdot dt \quad \text{and} \quad Smax_2 = \int_{t_1}^{t_2} U_{2D}(t) \cdot dt$$

25

are determined, then the value

$$Vh_2 = \frac{Sact_2}{Smax_2}$$

30

is determined, the values Vh_1 and Vh_2 are compared and then $n - 2$ further steps are carried out, with the values Vh_3 to Vh_n being determined correspondingly and the following conditions applying for the different selection each time of the number of discharges per unit of time Dc_3 to Dc_n :

35

$$(Vh_{i+1} > Vh_i) \wedge (Dc_i > Dc_{i+1})$$

$$\Rightarrow (Dc_{i+2} < Dc_{i+1})$$

40

$$\vee (Vh_{i+1} > Vh_i) \wedge (Dc_i < Dc_{i+1})$$

$$\Rightarrow (Dc_{i+2} > Dc_{i+1})$$

$$\vee (Vh_{i+1} < Vh_i) \wedge (Dc_i > Dc_{i+1})$$

45

$$\Rightarrow (Dc_{i+2} > Dc_{i+1})$$

$$\vee (Vh_{i+1} < Vh_i) \wedge (Dc_i < Dc_{i+1})$$

$$\Rightarrow (Dc_{i+2} < Dc_{i+1})$$

50

with $i = 1$ to $(n - 2)$.

2. A method according to Claim 1, in which the individual periods between the times t_{i-1} to t_i with $i = 1$ to n comprise 10 to 300 seconds.

55

3. A method according to Claim 1 or 2, in which the values V_{hi} are determined as quotient

$$\frac{Sact_{i \text{ corr}}}{Smax_i}$$

with

10

$$Smax_i = \int_{t_{i-1}}^{t_i} U_{iD}(t) \cdot dt \quad \text{and} \quad Sact_{i \text{ corr}} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} c_i \cdot U_i(t) \cdot dt$$

15

in which

20

$$c_i = \left(\frac{U_i}{U_{iD}} \right)^2$$

25

with $i = 1$ to n .

Revendications

- 30 1. Procédé de détermination du nombre optimum de décharges par unité de temps Ds_n dans un séparateur électrostatique, dans lequel, dans un premier stade, on se donne un nombre choisi arbitrairement de décharges par unité de temps Ds_1 , et on détermine jusqu'à un instant t_1 les diverses valeurs de la tension U_1 qui s'établit en fonctionnement, les diverses valeurs de tension de décharge U_{1D} étant déterminées en fonction du temps t et les valeurs

35

$$Fakt_1 = \int_0^{t_1} U_1(t) \cdot dt \quad \text{et} \quad Fmax_1 = \int_0^{t_1} U_{1D}(t) \cdot dt$$

40

étant calculées, la valeur

45

$$Vh_1 = \frac{Fakt_1}{Fmax_1}$$

50

étant ensuite calculée et dans lequel, dans un second stade, on se donne un nombre choisi arbitrairement de décharges par unité de temps Ds_2 , et jusqu'à un instant t_2 on détermine les diverses valeurs de la tension U_2 qui s'établit en fonctionnement, les diverses valeurs de la tension de décharge U_{2D} étant déterminées en fonction du temps t , et dans lequel on calcule les valeurs

55

$$Fakt_2 = \int_{t_1}^{t_2} U_2(t) \cdot dt \quad \text{et} \quad Fmax_2 = \int_{t_1}^{t_2} U_{2D}(t) \cdot dt$$

ensuite on calcule la valeur

$$Vh_2 = \frac{Fakt_2}{Fmax_2}$$

on compare les valeurs Vh_1 et Vh_2 entre elles, et ensuite on effectue $n - 2$ autres stades en calculant de la même façon les valeurs Vh_3 à Vh_n et en ayant pour les choix différents du nombre de décharges par unité de temps Ds_3 à Ds_n les conditions suivantes

$$(Vh_{i+1} > Vh_i) \wedge (Ds_i > Ds_{i+1}) \\ \implies (Ds_{i+2} < Ds_{i+1})$$

$$\vee (Vh_{i+1} > Vh_i) \wedge (Ds_i < Ds_{i+1}) \\ \implies (Ds_{i+2} > Ds_{i+1})$$

$$\vee (Vh_{i+1} < Vh_i) \wedge (Ds_i > Ds_{i+1}) \\ \implies (Ds_{i+2} > Ds_{i+1})$$

$$\vee (Vh_{i+1} < Vh_i) \wedge (Ds_i < Ds_{i+1}) \\ \implies (Ds_{i+2} < Ds_{i+1})$$

avec $i = 1$ à $(n - 2)$.

2. Procédé suivant la revendication 1, dans lequel les laps de temps entre les instants t_{i-1} à t_i avec $i = 1$ à n sont de 10 à 300 secondes.
3. Procédé suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel les valeurs Vh_i sont calculées en tant que quotient

$$Fmax_i = \int_{t_{i-1}}^{t_i} U_{iD}(t) \cdot dt \quad \text{et} \quad Fakt_{i \text{ korr}} = \frac{Fakt_{i \text{ korr}}}{Fmax_i} \quad \text{mit} \quad Fakt_{i \text{ korr}} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} C_i \cdot U_i(t) \cdot dt$$

en ayant :

$$C_i = \left(\frac{U_i}{U_{iD}} \right)^2$$

5

avec $i = 1$ à n

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

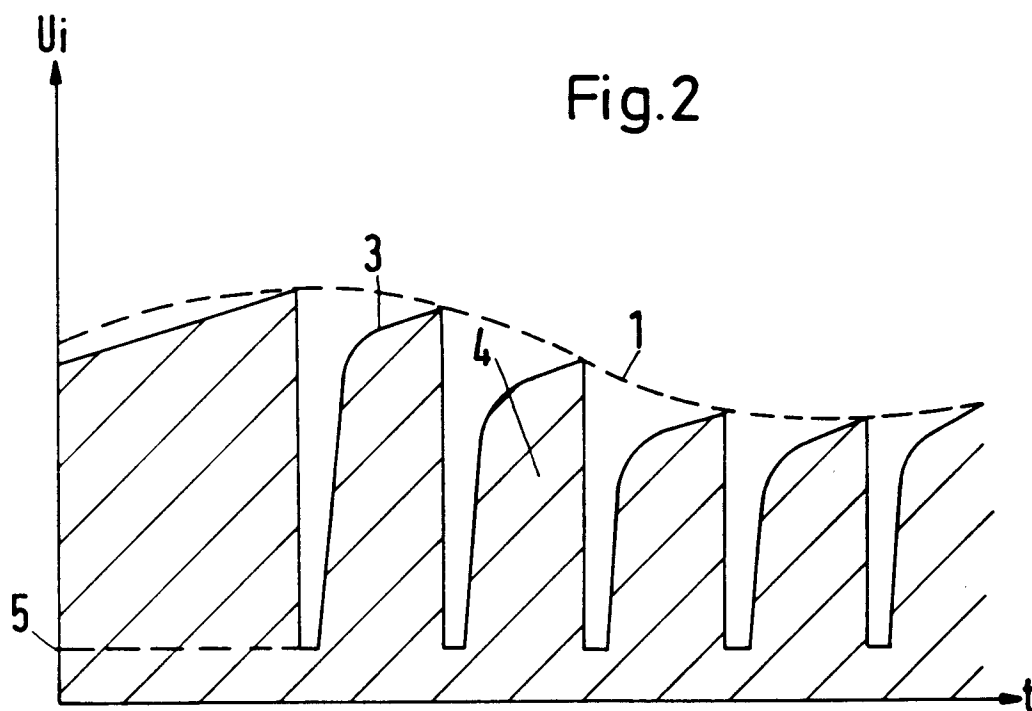
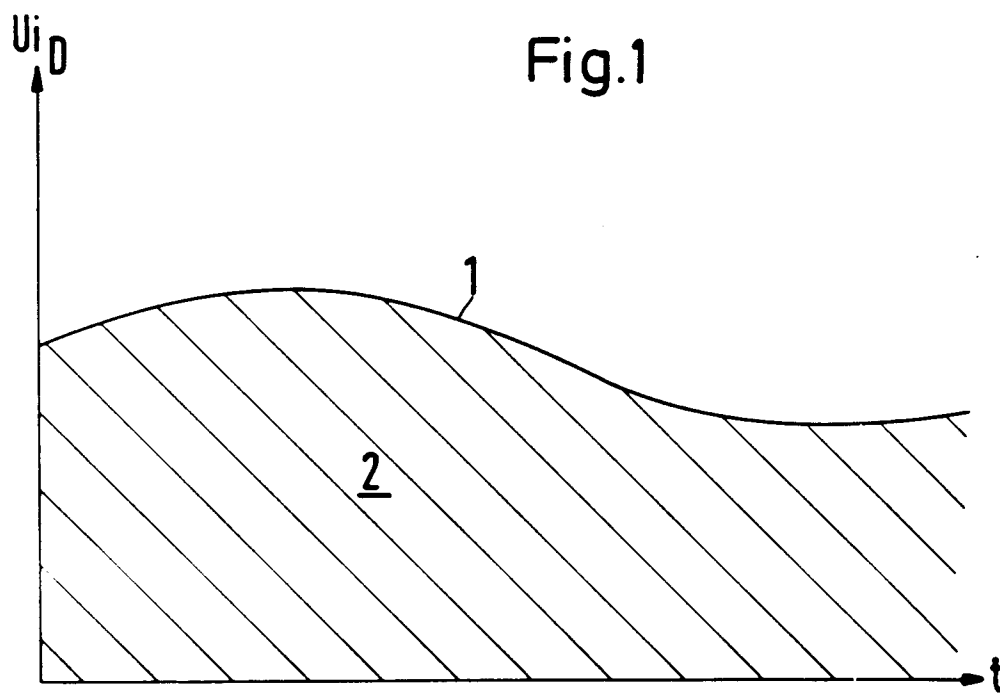


Fig.3

