

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 80107357.8

(51) Int. Cl.³: **B 03 C 3/68**

(22) Anmeldetag: 25.11.80

(30) Priorität: 11.12.79 DE 2949764

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.06.81 Patentblatt 81/25

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI SE

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

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Berlin
und München
Postfach 22 02 61
D-8000 München 22(DE)

(72) Erfinder: Herklotz, Helmut, Dipl.-Ing.
Waldstrasse 20
D-6078 Neu Isenburg(DE)

(72) Erfinder: Neulinger, Franz, Dipl.-Ing.
Friedrich-Ebert-Strasse 17
D-6057 Dietzenbach(DE)

(72) Erfinder: Daar, Horst, Dr. Dipl.-Ing.
Friedrich-Bauer-Strasse 30
D-8520 Erlangen(DE)

(72) Erfinder: Winkler, Heinrich
Pottensteiner Strasse 2
D-8524 Neunkirchen(DE)

(72) Erfinder: Mehler, Günter
Eysseneck Strasse 47
D-6000 Frankfurt/Main(DE)

(72) Erfinder: Schummer, Helmut, Dipl.-Ing.
Gustav-Adolf-Strasse 27
D-6056 Heusenstamm(DE)

(72) Erfinder: Schmidt, Walter, Dipl.-Ing.
Waldstrasse 22
D-8521 Uttenreuth(DE)

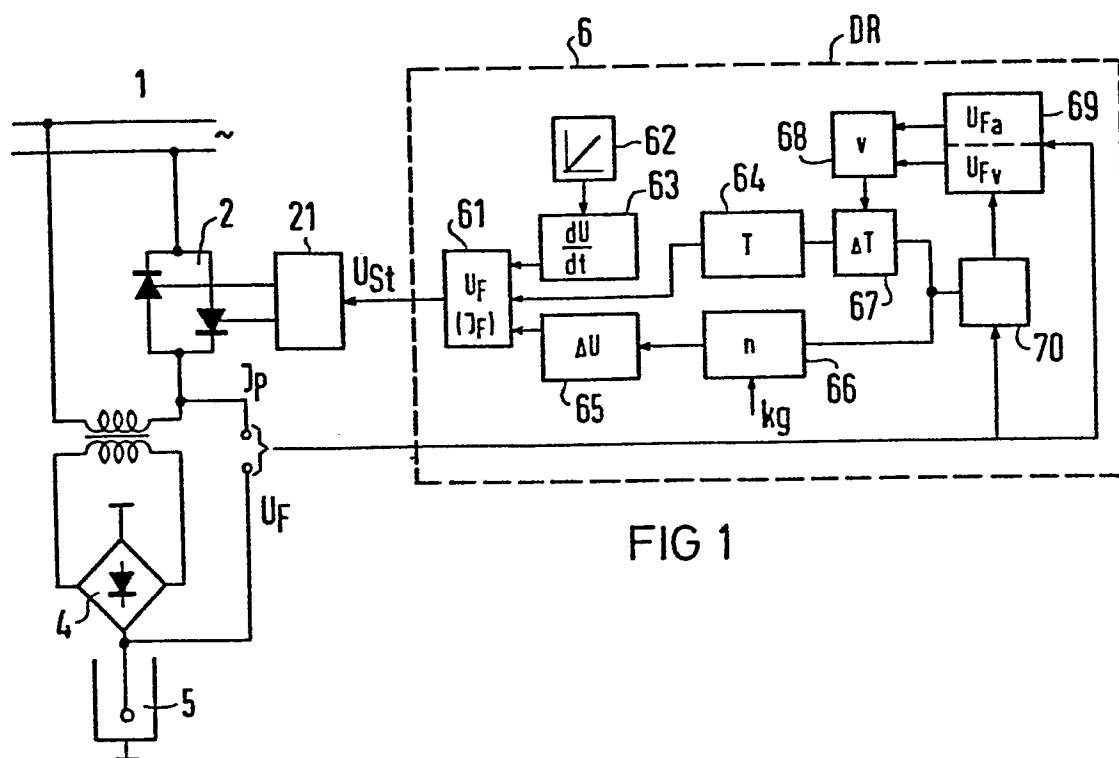
(74) Vertreter: Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al,
Postfach 22 01 76
D-8000 München 22(DE)

(54) Verfahren zum selbsttätigen Führen der Spannung eines Elektrofilters an der Durchschlagsgrenze und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Führen der Spannung eines Elektrofilters (5) an der Durchschlagsgrenze. Mit einem als Regler dienenden Mikrocomputer (8) wird bei einem Durchschlag die Spannung (U_F) um einen Betrag (Δu) abgesenkt, der durch die Durchschlagsspannung und die Vorgeschichte des Durchschlages bestimmt ist. Die Wartezeit (T) bis zum erneuten Hochlauf der Filterspannung (U_F) wird von dem Verhältnis der Spannungen bei aufeinanderfolgenden Durchschlägen abhängig gemacht. Hierzu werden Spannungsamplituden miteinander verglichen, die unmittelbar vor den Durchschlägen liegen.

EP 0 030 657 A1

./...



- 1 -

BEZEICHNUNG GEÄNDERT
siehe Titelseite

METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT
Frankfurt/Main

Unser Zeichen

79 P 8 5 2 6 EUR

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

5

Verfahren zum selbsttätigen Führen der Spannung eines
Elektrofilters an der Durchschlagsgrenze

10 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum selbsttätigen Führen der Spannung eines Elektrofilters an der Durchschlagsgrenze durch zeitabhängige Steigerung der Filterspannung bis zum Durchschlag und anschließende durchschlagsabhängige Absenkung.

15

Mit diesem Oberbegriff wird auf ein Verfahren Bezug genommen, wie es beispielsweise in der DE-AS 11 48 977 beschrieben ist.

20 Der Abscheidegrad eines elektrostatischen Abscheiders ist umso höher, je näher die Betriebsspannung an der Überschlagsgrenze liegt. Da die Überschlagsgrenze sich während des Betriebs in Abhängigkeit von mehreren Einflußgrößen, wie z.B. Gaszusammensetzung, Staubgehalt

und Temperatur ändert, muß die Spannung des elektrostatischen Abscheiders in Abhängigkeit von der Höhe der Überschlagsgrenze geregelt werden.

- 5 Es sind Einrichtungen zur Spannungsregelung bekannt, bei denen die Spannung bis an die Überschlagsgrenze erhöht wird. Kommen ein oder mehrere Überschläge, so wird die Spannung um einen bestimmten fest vorgegebenen Betrag unter die Überschlagsgrenze abgesenkt und an-
10 schließend wieder bis zur Überschlagsgrenze erhöht.

Bei dem Verfahren nach der vorgenannten DE-AS 1 148 977 wird über einen Widerstand ein Regelkondensator filterstromabhängig aufgeladen. Als Entladewiderstand ist die-
15 sem Regelkondensator eine stetig steuerbare Röhre parallelgeschaltet, die ihrerseits wieder von einem Kondensator angesteuert wird. Dieser Kondensator wird durchschlagsabhängig aufgeladen und fortlaufend über einen Parallelwiderstand entladen. Die Spannung am Regelkon-
20 densator dient als Steuerspannung für ein primärseitiges Stellglied. Die Stromabhängigkeit der Ladespannung für den Regelkondensator ist so getroffen, daß bei kleinen Abscheiderstromstärken eine relativ schnelle, bei großen Abscheiderstromstärken eine relativ langsame Spannungs-
25 erhöhung erreicht wird. Durch die stetige Entladung des Regelkondensators - abhängig von den Überschlägen - wird die Abscheiderspannung nach Überschlägen um einen durch die Zahl bzw. Dauer der Überschläge gegebenen Betrag herabgesetzt.

30

Bei diesem Steuerverfahren geht die Vorgeschichte des gerade vorliegenden Durchschlages nur relativ gering bzw. weitgehend undefiniert in die Spannungsabsenkung bzw. den Hochlauf bis zur Durchschlagsgrenze ein.

35

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin,

- 3 - VPA 79 P 8 5 2 6 EUR

im stationären Betrieb, bei dem laufend zeitabhängig die Durchschlagsgrenze abgetastet wird, das Regelverfahren so zu optimieren, daß man möglichst an der Durchschlagsgrenze fährt, jedoch die Zahl der zum Fahren an 5 dieser Grenze erforderlichen Durchschläge - während deren Dauer ja die eigentliche Abscheidung nicht möglich ist - in vorbestimmten Grenzen gehalten wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß 10 nach jedem Durchschlag die Spannung bzw. der Strom um einen prozentualen Betrag der vorliegenden Durchschlagsspannung bzw. des Durchschlagsstromes abgesenkt wird, der von der Durchschlagshäufigkeit in einer vorhergehenden festgelegten Zeitperiode abhängig ist und daß die 15 Wartezeit bis zu einer erneuten Spannungssteigerung verringert wird, wenn sich die gemessene Spannungsamplitude beim Durchschlag zur gemessenen Spannungsamplitude beim vorhergehenden Durchschlag vergrößert hat und umgekehrt.

20 Auf diese Weise wird die Spannung um einen prozentualen Betrag abgesenkt, der einerseits durch die Durchschlagsspannung und andererseits durch die Vorgeschichte des Durchschlags bestimmt ist; ebenso wird auch die Warte- 25 zeit so festgelegt, daß keine unzulässige Durchschlagshäufigkeit auftritt.

Um definierte Verhältnisse beim Hochlauf zu erreichen, wird vorteilhafterweise die Filterspannung mit einem 30 festen, vom Betriebszustand der Anlage abhängigen vorwählbaren Spannungsgradienten bis zum Durchschlag erhöht.

Tritt während der Wartezeit ein Durchschlag auf, so 35 unterbleibt vorteilhafterweise die beim Ablauf der Wartezeit vorgesehene Spannungssteigerung, es wird je-

doch die von diesem Zeitpunkt an laufende neue Wartezeit verkürzt.

Damit wird erreicht, daß nicht eine unkontrollierte Zahl
5 von Durchschlägen aufeinanderfolgt. Zur Berücksichtigung des sich ändernden Filterverhaltens in bezug auf die Wartezeit ist vorteilhafterweise ferner die Wartezeit in Stufen unterschiedlicher Größe veränderbar, z.B. können die Stufen in Form einer geometrischen Reihe ge-
10 wählt sein.

Da heute normalerweise für Elektrofiter Thyristoren als Stellglieder verwendet werden, deren Anschnittsteuerung sich gleichspannungsseitig in einer Pulsa-
15 tion der Filterspannung bemerkbar macht, werden vorteilhafterweise - um definierte Punkte für die Vergleiche zu erhalten - die Scheitelwerte der gleichspannungsseitigen Spannungshalbwellen unmittelbar vor den Durchschlägen miteinander verglichen.

20

Bei einer Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den vorhergehenden Merkmalen, bei der das Elektrofiter über einen Gleichrichter, einen Hochspannungs-
transformator und ein Stellglied von einem Wechsel-
25 spannungsnetz gespeist ist, wird vorteilhafterweise zur Vorgabe der Steuerspannung an das Stellglied ein Mikrocomputer vorgesehen, der aus den gemessenen und gespeicherten Filterwerten die erforderliche Absenkung und die Wartezeit sowie sonstige Parameter berechnet.

30

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

Figur 1 die übliche Spannungsversorgung eines Elektro-
35 filters mit einem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitenden Digitalregler,

Figur 1a den Ersatz dieses Digitalreglers durch ein Mikrocomputersystem und

Figur 2 die Spannungsverhältnisse beim Abtasten der Durchschlagsgrenze.

5

Wie aus Figur 1 ersichtlich, wird ein Elektrofilter 5 über einen Gleichrichter 4 und einen Hochspannungstransformator 3 aus einem Wechselstromnetz 1 gespeist. Primärseitig ist zwischen Hochspannungstransformator 3 und
10 Wechselstromnetz 1 ein aus antiparallelgeschalteten Thyristoren bestehender Wechselstromsteller 2 vorgesehen, dessen Gittersteuersatz 21 seine Steuerspannung U_{St} von einem Digitalregler 6 erhält, der gestrichelt umrandet dargestellt ist. Dieser gestrichelt umrandete
15 Digitalregler 6 besteht heute im Regelfall - wie durch das Gleichheitszeichen 8 angedeutet - aus dem in Figur 1a dargestellten Mikrocomputersystem, und zwar umfaßt dieses Mikrocomputersystem als wesentlichen Bestandteil die Zentraleinheit 81, den Speicher 82 und die Ein- und
20 Ausgabe 83, mit der Meßwerte und Daten aus der Peripherie eingegeben und ausgegeben werden können.

Zur besseren Verständlichkeit des Regelverfahrens ist jedoch der Digitalregler in Form festverdrahteter Funktionsbausteine dargestellt.
25

Wie aus der Figur 1 ersichtlich, wird die Steuerspannung U_{St} von einem Steuerbaustein 61 geliefert, der die Filterspannung U bzw. den Filterstrom I bestimmt. Der
30 Gradient der Steigerung der Filterspannung bis zum Durchschlag wird durch den Baustein 63 vorgegeben. Der Einstellwert für diesen Gradienten wird aus einem Speicher 62 je nach den Betriebsbedingungen des Filters entnommen. Erreicht die Filterspannung den Durchbruchswert,
35 der aus Primärstrom I_p und/oder dem Zusammenbrechen der sekundärseitigen Spannung U_F bestimmt wird, so gibt

- 6 - VPA 79 P 8 5 2 6 EUR

das Durchschlagserfassungsglied 70 über einen prozentualen Betragseinsteller 66 und ein Spannungsabsenkungsglied 65 einen entsprechenden Spannungsverminderungsbe-
 fehl auf die Spannungssteuereinheit 61. Der Absenkungs-
 5 betrag im Durchschlagsfall errechnet sich aus

$$\Delta U_F = X \cdot n \cdot U_F / 100 \quad \text{oder} \quad \Delta I = X \cdot n \cdot I_F / 100$$

wobei X einen Wert zwischen 0,2 und 1, n die Absenkungs-
 stufe und U_F die aktuelle Filterspannung bedeuten. Ent-
 10 sprechendes gilt, falls nicht eine Filterspannungsab-
 senkung, sondern eine Filterstromabsenkung ΔI des Fil-
 terstromes I_F vorgenommen wird. Der Wert n bestimmt sich
 aus der Vorgeschichte des Filters, und zwar ist er von
 der Anzahl k der Durchschläge während einer vorhergehen-
 15 den Suchperiode von z.B. 10 bis 30 Minuten abhängig.
 Ist die Anzahl k der nicht durch die Abtastung der Fil-
 terspannungsgrenze hervorgerufenen Durchschläge größer
 als ein vorwählbarer Grenzwert k_g von z.B. 1000, so wird
 die Absenkungsstufe n erhöht und eine neue Suchperiode
 20 begonnen. Anschließend werden jeweils die Absenkungsbe-
 träge Δu berechnet und gespeichert. Ist die Zahl der
 Durchschläge in der Suchperiode kleiner als der Grenzwert
 k_g , so bleibt die Absenkungsstufe n zunächst unver-
 ändert. Ist in der folgenden Suchperiode ebenfalls k
 25 kleiner als k_g , so wird die Absenkungsstufe n ernied-
 rigt. Anschließend werden ebenfalls die neuen aktuel-
 len Absenkungsbeträge Δu berechnet und gespeichert.
 Um sich ändernden Betriebsbedingungen anzupassen, wird
 auch die Wartezeit I bis zu einem neuen Hochlauf der
 30 Filterspannung durchschlagsabhängig verändert, und zwar
 wird der in einem Speicher 69 niedergelegte Wert der
 Durchbruchsspannung $U_F^{\vee}$ beim vorhergehenden Durchbruch
 mit der aktuellen Durchbruchsspannung U_{Fa} verglichen.
 Ergibt sich, daß sich die gemessene Spannungsamplitude
 35 beim Durchschlag zur gemessenen Spannungsamplitude beim
 vorhergehenden Durchschlag vergrößert hat, so wird durch

- 7 - VPA 79 P 8 5 2 6 EUR

das Vergleichsglied 68 die Wartezeit um den Betrag ΔT im Zeitänderungsglied 67 verringert. Dieser Zeitänderungsbetrag ΔT ändert dann entsprechend die Wartezeit T der Wartestufe 64. Die Änderung der Wartezeiten sind
5 dabei in z.B. einer geometrischen Reihe gestuft. Ergeben z.B. die Vergleiche, daß die aktuelle Durchschlagsspannung immer größer als die vorhergehende Durchschlagsspannung wird, so werden die Wartezeiten um Beträge ΔT verkürzt, die z.B. in einer geometrischen Reihe
10 ansteigen. Für den Fall, daß die Werte immer niedriger werden, gilt das umgekehrte. Tritt während der Wartezeit mindestens ein Durchschlag auf, so wird die bei Ablauf der Wartezeit vorgesehene Spannungssteigerung unterlassen, jedoch die von diesem Zeitpunkt an laufende
15 Wartezeit ebenfalls um den Betrag ΔT nach der gerade aktuellen Veränderungsstufe verkürzt.

Figur 2 zeigt die Spannungsverläufe am Filter. Wie ersichtlich, treten durch die Anschnittsteuerung und die
20 Gleichrichter sekundärseitig am Filter pulsierende Halbwellen auf. Tritt an der Stelle D1 ein provozierter Durchschlag auf, so bricht die Filterspannung U_F zunächst zusammen, die wiederkehrende Filterspannung wird dann um einen Betrag Δu verringert, der sich nachder vorstehend
25 angegebenen Gleichung berechnet. Daran schließt sich eine Wartezeit T bis zum Zeitpunkt S an, von dem an die Filterspannung U_F erneut bis zum provozierten Durchschlag D2 gesteigert wird, worauf dann die Spannung U_F ebenfalls um einen Wert Δu wieder abgesenkt wird.

30

Da die eigentliche Durchschlagsspannung wegen der Pulsation der Spannungen relativ schwer erfaßbar ist, werden die für die Wartezeit maßgebenden Spannungsvergleichswerte aus den Scheitelwerten der Spannungshalbwellen
35 mittelbar vor den Durchschlägen ermittelt. Hierzu werden laufend die Scheitelwerte erfaßt und gespeichert und

- 8 -

VPA 79 P 8 5 2 6 EUR

diejenigen Werte (z.B. U_{Fa} , U_F^v) für den Vergleich herangezogen, die unmittelbar vor dem Durchbruch liegen.

Auf die vorstehend beschriebene Weise erhält man eine optimale Führung der Filterspannung an der Durchschlagsgrenze.

7 Patentansprüche

3 Figuren

Patentansprüche

1. Verfahren zum selbsttätigen Führen der Spannung
eines Elektrofilters an der Durchschlagsgrenze durch
5 zeitabhängige Steigerung der Filterspannung bis zum
Durchschlag und anschließende durchschlagsabhängige
Absenkung, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
n e t, daß nach jedem Durchschlag die Spannung bzw.
der Strom um einen prozentualen Betrag ($\Delta u, \Delta I$) der
10 Durchbruchsspannung bzw. des Stromes (U_F, I_F) abgesenkt
wird, der von der Durchschlagshäufigkeit (k) in einer
vorhergehenden festgelegten Zeitperiode abhängig ist
und daß die Wartezeit (T) bis zu einer erneuten Span-
nungssteigerung verringert wird, wenn sich die gemes-
15 sene Spannungsamplitude (U_{Fa}) beim Durchschlag zur ge-
messenen Spannungsamplitude (U_{Fv}) beim vorhergehenden
Durchschlag vergrößert hat und umgekehrt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
20 daß die Filterspannung (U_F) mit einem festen, vorwähl-
baren Spannungsgradienten bis zum Durchschlag erhöhbar
ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
25 daß beim Auftreten mindestens eines Durchschlages wäh-
rend der Wartezeit (T) die beim Ablauf der Wartezeit
vorgesehene Spannungssteigerung unterbleibt, jedoch
die von diesem Zeitpunkt an laufende neue Wartezeit
(T) verkürzt wird.

30

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Wartezeit (T) in Stufen unterschiedlicher
Größe verändert wird.

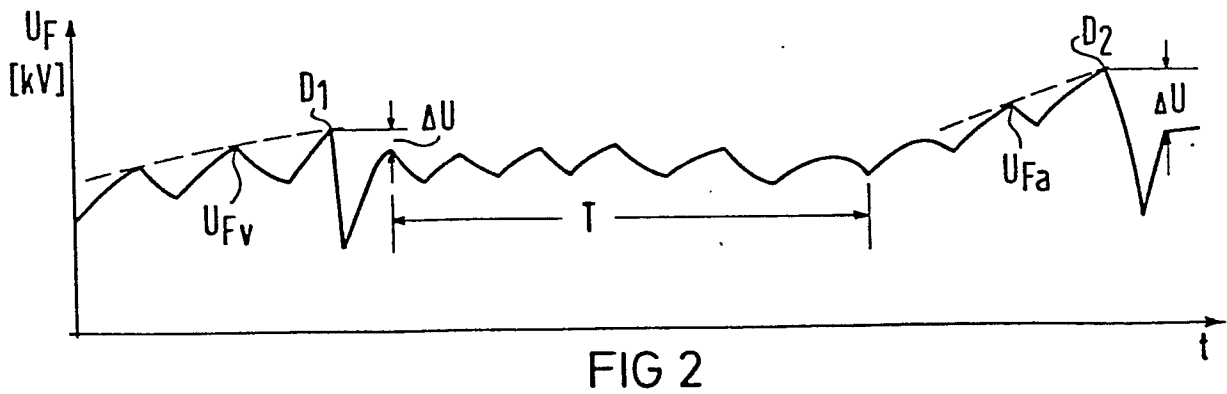
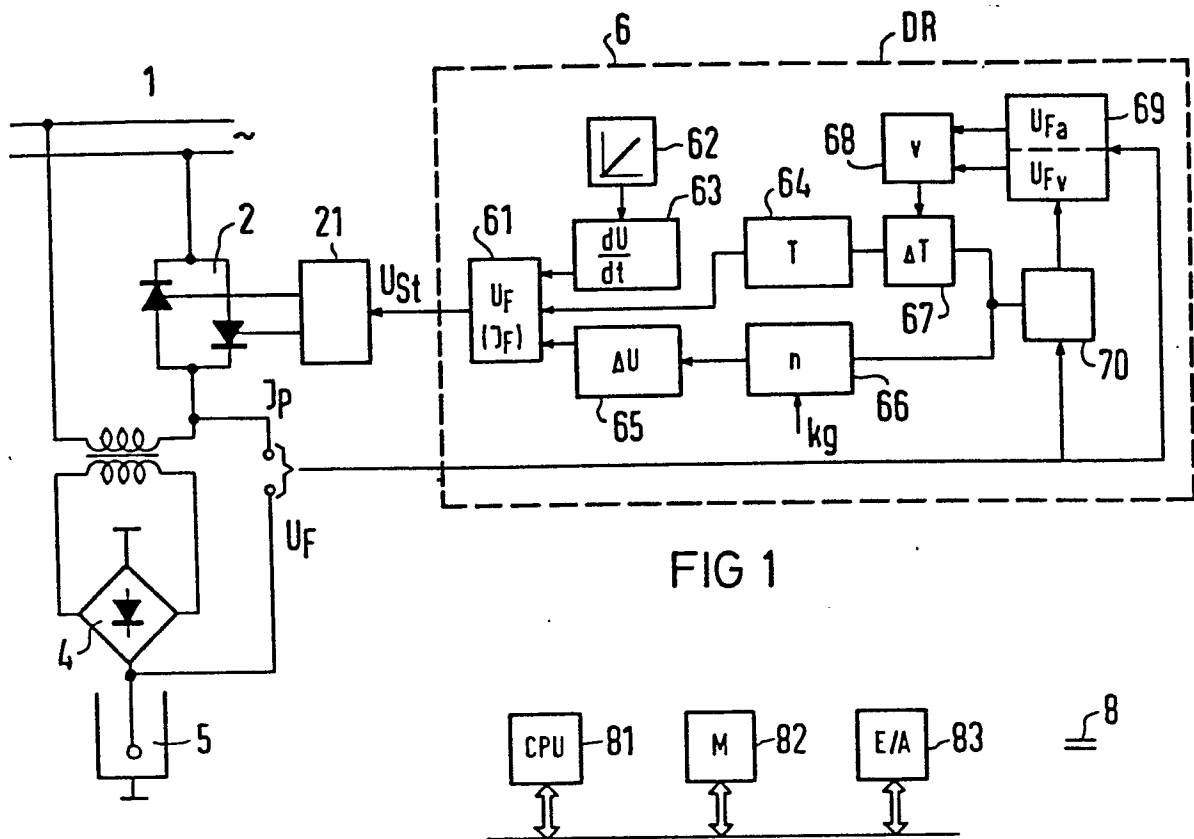
35 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

- 10 - VPA 79 P 8 5 2 6 EUR

daß die Stufen in Form einer geometrischen Reihe gewählt sind.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
5 daß die Scheitelwerte (U_F) der Spannungshalbwellen unmittelbar vor den Durchschlägen miteinander verglichen werden.

7. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den
10 Ansprüchen 1 bis 6 bei einem Elektrofiter, das über einen Gleichrichter, einen Trafo und ein Stellglied aus einem Wechselspannungsnetz gespeist ist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vorgabe der Steuerspannung (U_{St}) an das Stellglied (2) ein Mikrocomputer (8) vorgesehen ist,
11 der aus gemessenen und gespeicherten Filterwerten und Daten die erforderliche Absenkung ($\Delta u, \Delta I$) der Filterspannung bzw. des Filterstromes bei Durchschlag und die Wartezeit (T) bis zur erneuten Steigerung der Filterspannung (U_F) berechnet.



0030657



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 80 10 7357

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A/D	DE - B - 1 148 977 (LICENTIA PATENT=VWERWALTUNGS-G.m.b.H.) * Patentanspruch 1 * ----	1	B 03 C 3/68
A	DE - A - 1 657 352 (VEB TRANS- FORMATOREN- UND RÖNTGENWERK DRESDEN) * Patentansprüche 1-3 * ----	1	
A	DE - A - 1 557 061 (FUJI ELECTRIC Co.) * Patentanspruch 1 * -----	1	B 03 C 3/66 B 03 C 3/68 H 02 H 3/00 H 02 H 7/00
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patent- familie, übereinstimmendes Dokument
☒ Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19-03-1981	Prüfer VAN DEN BULCKE