



 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

 Anmeldenummer: 81103149.1


 Int. Cl.³: B 03 C 3/68


 Anmeldetag: 27.04.81


 Priorität: 08.05.80 DE 3017685


 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 18.11.81 Patentblatt 81/46


 Benannte Vertragsstaaten:
 AT CH DE FR GB LI SE


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

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


 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)

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

 Verfahren zum Regeln der Spannung eines in einer Anlage eingesetzten Elektrofilters.

 Die Erfindung betrifft die Regelung der Spannung eines Elektrofilters (1). Bei der Inbetriebnahme der mit einem Mikrocomputersystem (9) arbeitenden Filtersteuerung werden in den Speichern (61, 62, 63) Parameterwerte von Spannungsabsenkung bei Durchschlag, von Nennströmen usw. eingesetzt und prozeßabhängig (Leitung 11) wirksam gemacht, so daß ein optimaler Arbeitspunkt eingehalten wird.

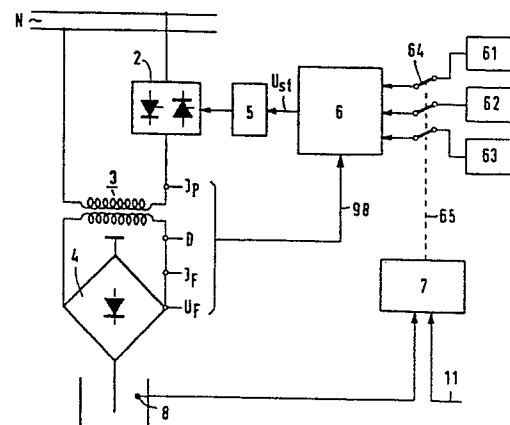


FIG 1

EP 0 039 817 A1



METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT
Frankfurt/Main

Unser Zeichen
VPA 80 P 85 28 E

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

5

Verfahren zum Regeln der Spannung eines in einer Anlage
eingesetzten Elektrofilters

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln
10 der Spannung eines in eine Anlage eingesetzten Elektro-
filters, bei dem beim Durchschlag die Filterspannung um
einen vorgegebenen Wert abgesenkt wird und anschließend
mit einem vorgegebenen zeitlichen Spannungsgradienten
bis zum erneuten Durchschlag gesteigert wird.

15

Mit diesem Oberbegriff wird auf Elektrofiltersteuerungen
Bezug genommen, wie sie beispielsweise in der Siemens
Zeitschrift 1971, Heft 9, Seiten 567 bis 572 näher be-
schrieben sind.

20

Da die Wirksamkeit eines Elektrofilters etwa mit dem
Quadrat der anliegenden Gleichspannung steigt, muß man
bestrebt sein, diese so hoch wie möglich einzustellen.
Durch die Durchbruchfestigkeit des Gases ist allerdings
25 diese Spannung nach oben hin begrenzt. Da es außer dem
Durchbruch selbst kein Kriterium für die maximal mög-
liche Spannung gibt, müssen in bestimmten Zeitabständen
Durchbrüche herbeigeführt werden, um diese Grenze abzu-
tasten.

30

Im Durchbruchbetrieb arbeitet die Steuerung also so,
daß nach Erreichen der Betriebsspannung die Filterspan-
nung der jeweiligen Durchbruchsspannung durch Abtasten
der Durchbruchsgrenze angepaßt wird. Nach jedem Durch-
35 bruch wird die Stromzufuhr zum Filter unverzüglich ge-
sperrt und nach Ablauf einer Entionisierungszeit mit

einem schnellen Hochlauf auf eine Spannung hochgefahren, die um einen kleinen Betrag niedriger ist als die Spannung vor dem Durchbruch. Von diesem Wert aus wird dann die Steuerspannung und damit die Filterspannung mit
5 einer einstellbaren Geschwindigkeit wieder langsam bis zu einem erneuten Durchbruch gesteigert, worauf sich die vorstehend beschriebenen Maßnahmen wiederholen. Wie aus den vorstehenden Ausführungen ersichtlich, ist also die Durchschlagshäufigkeit von dem Betrag der Spannungs-
10 absenkung nach jedem Durchschlag und dem zeitlichen Spannungsgradienten der Spannungssteigerung abhängig.

Neben weiteren Faktoren ist auch noch der Nennstrom der Anlage von Interesse. Bei niedrigem Staubwiderstand kann
15 nämlich die Nennstromgrenze der Anlage früher erreicht werden als die Durchbruchsgrenze. Auch in einem solchen Fall muß die Steuerungsautomatik den Strom begrenzen, wobei die Strombegrenzung ebenfalls einstellbar sein sollte.

20

Im Regelfall werden bei bisher bekannten Steuerungen die vorstehend erwähnten Werte bei der Inbetriebnahme des Filters einmal fest eingestellt und anschließend praktisch nicht mehr verändert. Da sich jedoch die Betriebs-
25 bedingungen eines Filters - bedingt durch den Gesamtzustand der Anlage, in der das Elektrofilter nur einen Teil darstellt - ändern können, ist ersichtlich, daß fest vorgegebene Werte dieser Größen nicht in allen Betriebsfällen zu optimalen Arbeitspunkten führen werden; z.B. wird
30 unter Umständen mehr Energie den Filtern zugeführt, als zum Erreichen einer bestimmten Reingasstaubbeladung notwendig ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin,
35 das Verfahren der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß der Arbeitspunkt des Filters möglichst optimal an die wechselnden Betriebszustände der Gesamtanlage

angepaßt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei der Inbetriebnahme des Filters eine Reihe von zur
5 Regelung dienenden Parameterwerten gespeichert wird und daß die jeweils während des Filterbetriebes wirksamen Parameterwerte vom Prozeßzustand der Anlage abhängig sind.

10 Auf diese Weise kann der Filterbetrieb den sich jeweils wechselnden Prozeßverhältnissen angepaßt werden. Als Beispiel möge hierfür die einem Konverter nachgeschaltete Elektrofilteranlage dienen. Es ist ersichtlich, daß während der verschiedenen Betriebszustände der Konver-
15 teranlage auch der Staubanfall unterschiedlich sein wird. Hier ist es dann vorteilhaft, wenn je nach dem jeweiligen Betriebspunkt auch der Arbeitspunkt des Elektrofilters oder der Elektrofilteranlage so eingestellt wird, daß nicht unnötig Energie vergeudet wird. Weitere Bei-
20 spiele hierzu sind am Schluß der Beschreibung angeführt.

Mit Vorteil läßt sich das vorstehend beschriebene Verfahren bei Verwendung einer Mikrocomputersteuerung einsetzen. Hierbei ist es lediglich notwendig, bei der In-
25 betriebnahme der Filtersteuerung die betreffenden Parameterwerte in den Halbleiterspeicher der Steuerung einzuschreiben und prozeßabhängig die einzelnen Werte zu aktivieren.

30 Besteht die Anlage aus einer Reihe von Elektrofiltern, denen jeweils ein eigenes Mikrocomputersystem zugeordnet ist, so kann mit Vorteil die Veränderung der Parameterwerte auch von einem übergeordneten Leitreechner vorgenommen werden, der über den jeweiligen Zustand des
35 Gesamtprozesses informiert ist und dementsprechend Optimierungsstrategien berechnen kann.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels sei die Erfindung näher erläutert; es zeigen:
Figur 1 den Aufbau einer Elektrofiltersteuerung,
Figur 2 einen idealisierten Verlauf der Filterspannung
5 aufgetragen über der Zeit,
Figur 3 die Ausbildung der Regeleinrichtung des Elektrofilters als Mikrocomputersystem und
Figur 4 eine Steuerung einer aus mehreren Elektrofiltern bestehenden Anlage mit einem übergeordneten Leit-
10 rechner.

Aus einem Wechselspannungsnetz N wird über ein Thyristorstellglied 2 und einen Hochspannungstransformator 3 der die Gleichspannung für das Elektrofilter 1 liefernde
15 Hochspannungsgleichrichter 4 gespeist. Die Steuerspannung U_{st} für den Steuersatz 5 des Thyristorstellgliedes 2 wird von einem z.B. digitalen Regler 6 erzeugt, dem istwertseitig unter anderem dem Primärstrom I_p , dem Filterstrom I_F und der Filterspannung U_F proportionale Sig-
20 nale zugeführt werden. Zusätzlich wird dem Regler 6 auch ein Signal D zugeführt, das einen Durchschlag anzeigt. Eine derartige hochspannungsseitige Durchschlagserfassung ist beispielsweise in dem eingangs genannten Aufsatz aus der Siemens-Zeitschrift 1971 beschrieben.

25

Es ist jedoch durchaus möglich, das Signal für den Durchschlag aus dem Vergleich aufeinanderfolgender Halbwellen der pulsierenden Filtergleichspannung abzuleiten.

30 Wie bereits eingangs beschrieben, wird beim Auftreten eines Durchschlages die Spannung um einen vorgegebenen Wert herabgesetzt. Dieser Wert kann als prozentualer Wert k der jeweils vorliegenden Filterspannung gewählt werden; d.h. die Filterspannungsabsenkung beträgt

35

$$\Delta U = k U_F$$

wobei k z.B. zwischen 1 und 5% schwanken kann.

Eine Reihe dieser Parameterwerte k wird bei der Inbetriebnahme der Steuerung in einen dem Regler 6 zugeordneten Speicher 61 eingeschrieben.

5 Nach der Spannungsabsenkung wird die Spannung dann erneut mit einem vorgegebenen zeitlichen Spannungsgradienten α bis zum nächsten Durchschlag erhöht. Auch hier wird eine Reihe von unterschiedlichen Gradienten in einen weiteren Speicher 62 bei der Inbetriebnahme der
10 Steuerung hinterlegt.

In gleicher Weise werden auch bei der Inbetriebnahme eine Reihe von verschiedenen Filternennstromwerten I_{FN} in einem Speicher 63 hinterlegt.

15

Zusätzlich zu den genannten Werten können - wie eingangs erläutert - bei der Inbetriebnahme auch noch weitere Parameterwerte, wie z.B. zulässige Unterspannung des Filters usw., angegeben und gespeichert werden.

20

Wie durch die Schalter 64 angedeutet, die über eine strichlierte Linie 65 mit einem Steuergerät 7 verbunden sind, kann nun während des Betriebes zwischen diesen einzelnen Parameterwerten umgeschaltet werden. Hierzu
25 erhält das Steuergerät vom Prozeß abhängige Signale, wie z.B. durch Leitung 11 dargestellt. Als prozeßabhängige Signale können z.B. Meldesignale über den Betriebszustand der Gesamtanlage dienen, z.B. Blasbetrieb bei einem Konverter oder Angaben über Gasgeschwindigkeit
30 und Gasfeuchte. Zusätzlich oder alternativ können die prozeßabhängigen Signale auch von einem im Elektrofilter 1 vorgesehenen Staubbeladungsmeßgerät 8 abgeleitet sein.

Das Steuergerät 7 kann relativ einfach aufgebaut sein,
35 z.B. in Form eines Decoders, es braucht nur jeweils einer bestimmten Anforderung und Meldung von Betriebszuständen auf der Leitung 11 eine entsprechende Schalter-

stellung der Schalter 64 zu entsprechen.

Wie aus Figur 2 ersichtlich, die einen idealisierten Verlauf der Filtergleichspannung darstellt, tritt zum
5 Zeitpunkt t_0 ein Filterdurchschlag D auf. Aufgrund dieses Durchschlages wird das Filter kurzzeitig gesperrt und die Filterspannung dann - gegebenenfalls nach Ablauf einer gewissen Entionisierungszeit und Wartezeit - auf einen um den Betrag ΔU verringerten neuen Wert ein-
10 gestellt, wobei der Verringerungsbetrag ΔU proportional zur Filterspannung ist, d.h. $\Delta U = k U_F$.
Von diesem Spannungswert aus wird dann - gegebenenfalls nach Ablauf einer gewissen Wartezeit - die Spannung mit dem vorgegebenen Gradienten bis zum erneuten Durch-
15 schlag D im Zeitpunkt t_1 gesteigert, worauf sich dann das Spiel von neuem wiederholt.

Figur 3 zeigt den Aufbau des digitalen Reglers 6 als Mikrocomputersystem 9. Wie ersichtlich, besteht das
20 Mikrocomputersystem im wesentlichen aus zwei Mikroprozessoren 91 und 92, von denen der Mikroprozessor 91 zur eigentlichen Regelung dient und der Mikroprozessor 92, der als Slaveprozessor arbeitet, die Meßwertaufbereitung und Durchschlagserfassung vornimmt. An den Bus 96,
25 an den die beiden Mikroprozessoren 91 und 92 angeschlossen sind, ist auch noch eine Ein-/Ausgabe 95 angeschlossen, über der das Mikrocomputersystem die Meßwerte von der Elektrofilteranlage hereinnimmt und die Steuerspannung U_{sp} das Stellglied 5 ausgibt. An den gleichen Bus
30 96 ist ferner noch ein Halbleiterspeicher 93 für das Systemprogramm und die Daten angeschlossen. Über einen ebenfalls vorgesehenen Koppelbaustein 94 - ist, wie durch die Leitung 99 angedeutet - eine Kommunikation mit einem übergeordneten Leitrechner möglich.

35

Bei der Inbetriebnahme werden in das für alle Filteranlagen gleichartig aufgebaute Mikrocomputersystem über

ein Einspeisegerät 97 die einzelnen Parameterwerte mit Hilfe eines Programmiergerätes 98 eingegeben. Auf diese Weise kann die an sich gleiche Steuerung individuell an die unterschiedlichen Filter und Filterzonen angepaßt werden.

Bei der in Figur 4 gezeigten Anordnung einer Elektrofilteranlage, die aus den Elektrofiltern I bis III besteht, durchströmt das zu reinigende Gas 12 die einzelnen Filter nacheinander in Richtung des Pfeiles. Das einzelne Filter, z.B. I umfaßt dabei die in Figur 1 mit 1 bis 5 bezeichneten Bauteile. Jedem der Elektrofilter I-III ist ein zur Regelung dienendes Mikrocomputersystem 9 zugeordnet, das über einen Bus 99 mit einem übergeordneten Leit-
10 rechner 10 kommuniziert. Mit diesem Leitreechner können dann Optimierungsstrategien errechnet werden und abhängig von der durch ein Meßgerät 8 erfaßten Staubbela-
15 dung und/oder den über Leitung 11 angelieferten Betriebszuständen der Anlage diejenigen Parameterwerte in den Steuerungen 9 aktiviert werden, die einen optimalen Ge-
20 samtwirkungsgrad der Anlage ergeben; z.B. ist es denkbar, daß in der Zeit eines niedrigen Staubanfalles die Filter 1 und 2 in ihrer Leistung herabgefahren werden und nur noch das Filter 3 mit voller Leistung betrieben
25 wird.

Als prozeßabhängige Signale können z.B. Meldungen über Bandstillstand bei einer Sinteranlage dienen oder bei einem Zementwerk Meldungen über eine Temperaturänderung
30 im Drehofen, über das Zuschalten oder den Stillstand der Zementmühle oder dergleichen mehr.

Als Prozeßsignale können ferner verwendet werden:
Temperatur, Staubfraktion, Gaszusammensetzung (CO, H₂
35 usw.), Rohgasstaubmenge, Reingasstaubgehalt, Druck, Gasgeschwindigkeit, Staubwiderstand und Gasfeuchtigkeit;
bei einem Kraftwerk: Lastzustand, Laständerungsgradient,

Art der verfeuerten Kohle (Schwefelgehalt) und bei einer Müllverbrennung: Art des zu verbrennenden Mülls (Zusammensetzung), Art der zusätzlichen Feuerung (Öl, Erdgas, Kohle).

- 5 Als durch Parameter beeinflusste Größen kommen u.a. in Betracht: Filterstrom, Filterspannung, erlaubte Unterspannungsgrenze, erlaubte Durchschlagsanzahl, Gradient der Abtastung, Höhe der Filterspannungsabsenkung während der Klopfmaßnahmen, Aufnahme der Filtercharakteristik erlaubt (ja/nein), Pausenzeit der Klopfung, Laufzeit der Klopfung, Häufigkeit der Klopfmaßnahmen, Zugabemenge von Konditionierungsadditivs (z.B. SO_3 , H_2O), Art der Reaktion auf einen Durchschlag (z.B. Länge der Entionisierungszeit, Hochlaufzeit, Spannungsabsenkung), zeitliche Länge der Suchperioden (für Optimierungsstrategien) und zeitliche Länge der Konstanthaltung der Filterspannung (bis Durchschlagsgrenze erneut abgetastet wird).

20 4 Patentansprüche

4 Figuren

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln der Spannung eines in einer Anlage eingesetzten Elektrofilters, bei dem beim Durchschlag die Filterspannung um einen vorgegebenen Wert abgesenkt wird und anschließend mit einem vorgegebenen zeitlichen Spannungsgradienten bis zum erneuten Durchschlag gesteigert wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der Inbetriebnahme des Filters eine Reihe von zur Regelung dienenden Parameterwerten gespeichert wird und daß die jeweils während des Filterbetriebs wirksamen Parameterwerte vom Prozeßzustand der Anlage abhängig sind.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß als Parameterwerte Spannungsabsenkungsfaktoren, Spannungsgradienten, Nennströme, zulässige Unterspannungen und Klopfungshäufigkeiten bei der Inbetriebnahme gespeichert und prozeßabhängig aktiviert werden.
- 20 3. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 unter Verwendung eines als Regler dienenden Mikrocomputersystems, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Parameterwerte bei der Inbetriebnahme mittels eines Programmiergerätes in einen Halbleiterspeicher des Mikrocomputersystems einlesbar sind und durch unmittelbar vom Prozeß stammende Befehle aktiviert sind.
- 30 4. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 für eine Vielzahl von Elektrofaltern, denen jeweils ein Mikrocomputersystem zur Regelung der Filterspannung zugeordnet ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Parameterwerte der einzelnen Mikrocomputersysteme durch Befehle eines allen Mikrocomputersystemen überlagerten Leitrechners wirksam gemacht werden.

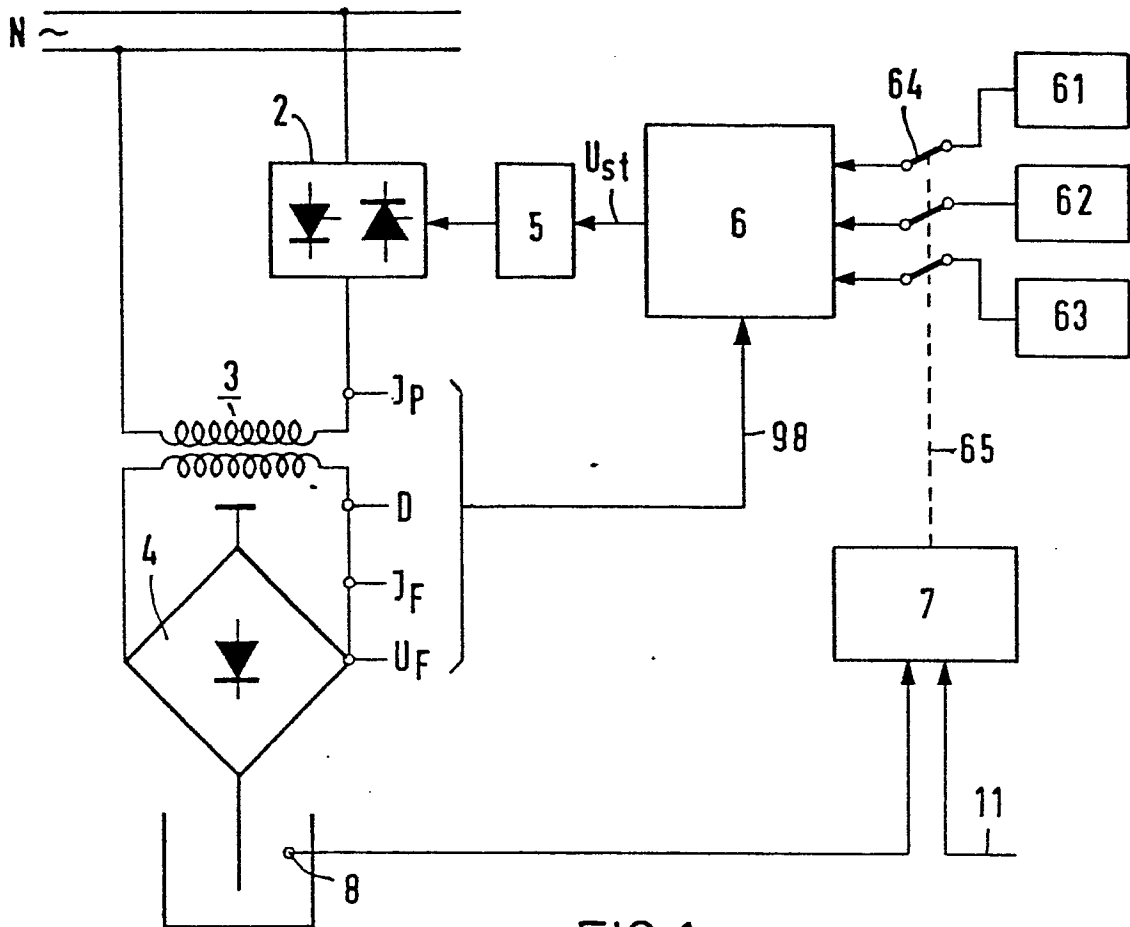


FIG 1

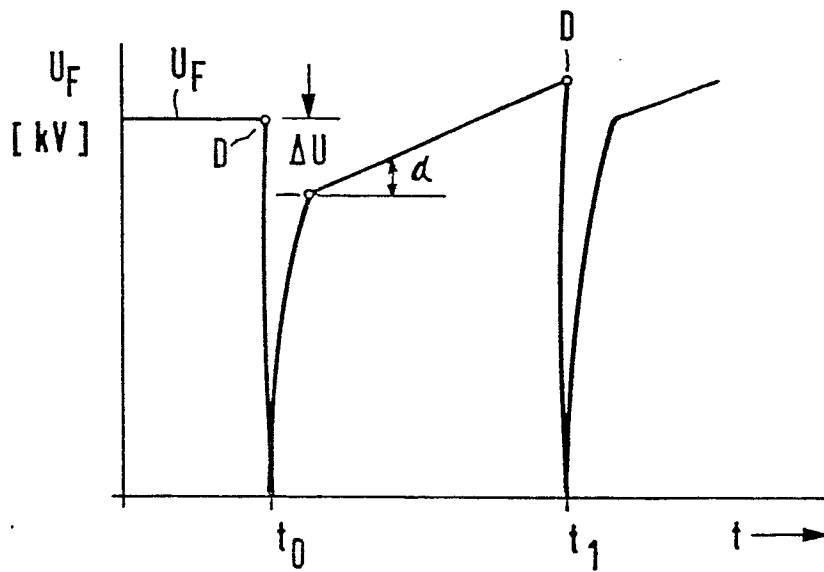


FIG 2

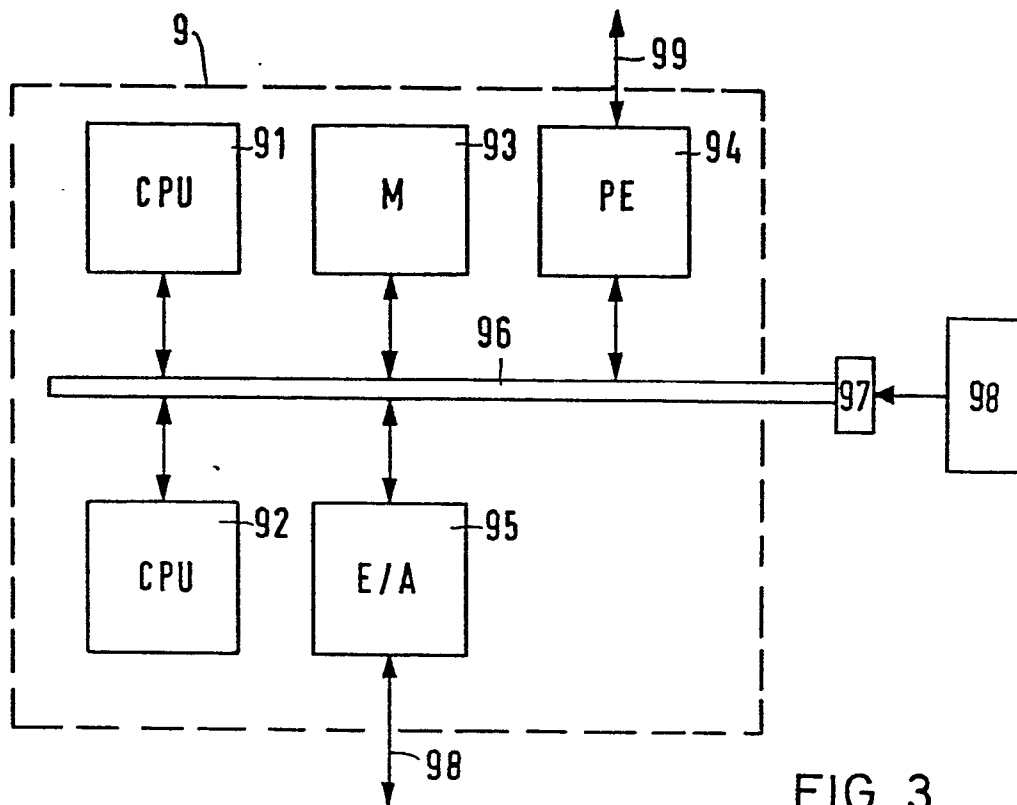


FIG 3

U_F, J_F, U_{st}, D

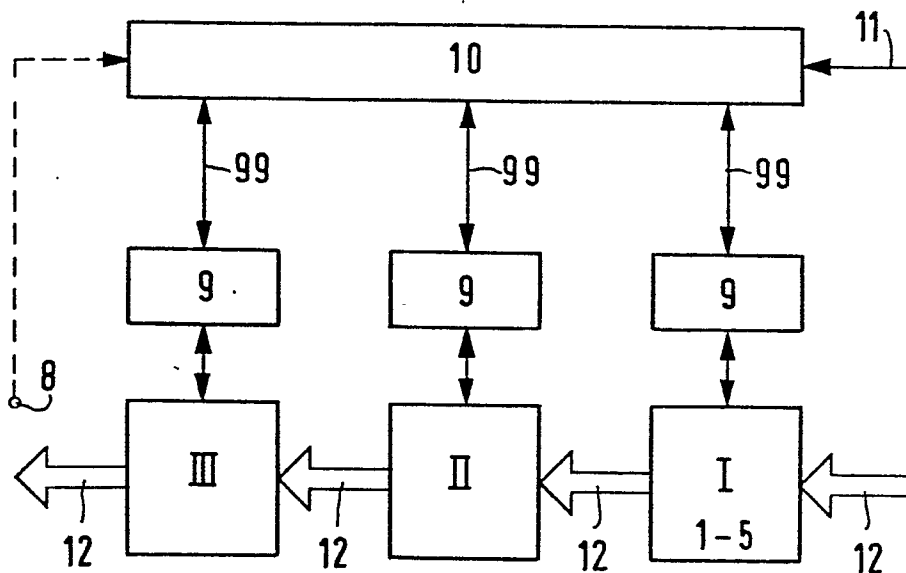


FIG 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<p><u>US - A - 4 152 124</u> (GENERAL ELEC-TRIC)</p> <p>* Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 25, Zeile 38; Figuren 1-9 *</p> <p>--</p>	1,2	B 03 C 3/68
	<p><u>US - A - 3 507 096</u> (RESEARCH-COTTRELL)</p> <p>* Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 14, Zeile 43; Figuren 1-5 *</p> <p>--</p>	1,2	
	<p><u>US - A - 3 893 828</u> (WAHL CO.)</p> <p>* Insgesamt *</p> <p>--</p>	1,3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
	<p><u>DE - A - 2 317 256</u> (LICENTIA)</p> <p>* Anspruch 1; Figur 1 *</p> <p>--</p>	1	B 03 C 3/66 3/68
	<p><u>US - A - 3 959 715</u> (DRESSER IND.)</p> <p>* Spalte 2, Zeile 17 - Spalte 10, Zeile 4; Figuren 1-6 *</p> <p>& DE - A - 2 357 017</p> <p>--</p>	1	
	<p><u>FR - A - 2 146 007</u> (ENVIROTECH)</p> <p>* Seite 3, Zeile 37 - Seite 29, Zeile 26; Figuren 1-9 *</p> <p>& DE - A - 2 234 046</p> <p>--</p>	1	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
	<p><u>US - A - 3 877 896</u> (VECTROL).</p> <p>* Zusammenfassung; Figuren 1,4 *</p> <p>-- ./. </p>	1,2	<p>X: von besonderer Bedeutung</p> <p>A: technologischer Hintergrund</p> <p>O: nichtschriftliche Offenbarung</p> <p>P: Zwischenliteratur</p> <p>T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E: kollidierende Anmeldung</p> <p>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L: aus andern Gründen angeführtes Dokument</p>
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.</p>			<p>& Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	18-08-1981	ZAEGEL	



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	DE - A - 1 923 952 (LICENTIA) * Anspruch 1; Figur 1 *	1	
	--		
E	EP - A - 0 031 056 (METALLGESELLSCHAFT) * Insgesamt *	1	
	--		
EL	EP - A - 0 030 657 (METALLGESELLSCHAFT) * Insgesamt *	1,3,4	RECHERCHIERTESACHGEBIETE (Int. Cl. 3)
	--		
EL	EP - A - 0 030 320 (METALLGESELLSCHAFT) * Insgesamt *	1,3,4	
