

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **81101300.2**

51 Int. Cl.³: **B 03 C 3/68**

22 Anmeldetag: **23.02.81**

30 Priorität: **27.02.80 DE 3007364**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **09.09.81**
Patentblatt 81/36

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)

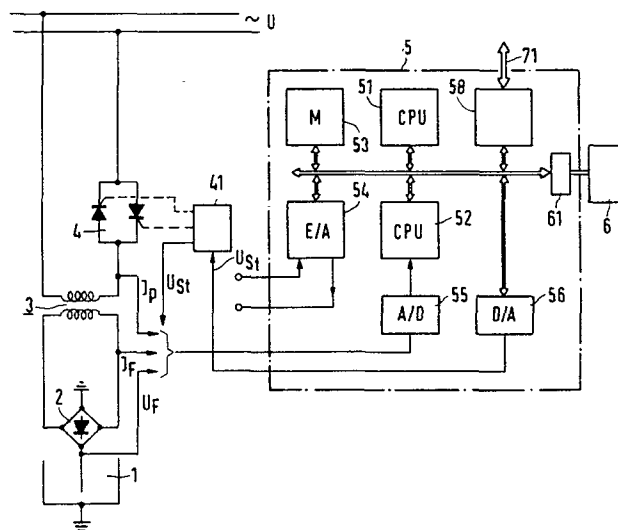
72 Erfinder: **Herklotz, Helmut, Dipl.-Ing., Waldstrasse 20,**
D-6078 Neu Isenburg (DE)
Erfinder: **Mehler, Günter, Eysseneck Strasse 47,**
D-6000 Frankfurt/Main (DE)
Erfinder: **Neulinger, Franz, Dipl.-Ing.,**
Friedrich-Ebert-Strasse 17, D-6057 Dietzenbach (DE)
Erfinder: **Schummer, Helmut, Dipl.-Ing.,**
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)

54 Steuerung für ein Elektrofilter.

57 Die Erfindung betrifft die Steuerung eines Elektrofilters mit einem Mikrocomputersystem (5), das aus zwei Mikroprozessoren (51, 52) besteht. Ein Prozessor (52) (Slave) ist zur Aufbereitung der fortlaufend abgetasteten Meßwerte (U_F , I_F) und zur Erfassung eines Durchschlages (D) vorgesehen, der zweite Prozessor (51) (Master) erhält die aufbereiteten Werte und berechnet daraus nach vorgegebenen Kriterien die Steuerspannung (U_{St}) für das Stellglied (4) des Elektrofilters.

Bei einer aus mehreren Filtern (A, B, C) bestehenden Anlage, bei dem für jedes Filter ein Mikrocomputersystem (5) vorgesehen ist, kann die Koordinierung und Optimierung der Gesamtanlage von einem übergeordneten Leit-rechner (7) vorgenommen werden.



METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT
Frankfurt/Main

Unser Zeichen
VPA 80 P 8511 E

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

5

Steuerung für ein Elektrofiter

Die Erfindung bezieht sich auf eine Steuerung für ein
Elektrofiter, das über ein Stellglied und einen Hoch-
10 spannungsgleichrichter aus einem Wechselspannungsnetz
gespeist ist und bei dem das Stellglied abhängig von
elektrischen Filterbetriebswerten aussteuerbar ist.

Mit diesem Oberbegriff wird auf Anordnungen Bezug genom-
15 men, wie sie beispielsweise aus der Siemens-Zeitschrift
1971 (Heft 9), Seiten 567 bis 572, insbesondere Bild 2
oder der DE-AS 11 48 977 bekannt sind.

Bei diesen bekannten Steuerungen werden unter anderem
Filterstrom und Filterspannung erfaßt und abhängig von
20 Durchschlägen so geführt, daß sich optimale Abscheide-
verhältnisse ergeben.

Die bisher bekannten Steuerungen sind im allgemeinen
mit Mitteln der Analogtechnik, also Verstärkern, Wider-
ständen und Kondensatoren usw. aufgebaut. Im Zuge des
25 Vordringens der Digitaltechnik wird es wünschenswert,
auch hier für Steuerungszwecke den Mikroprozessor ein-
zusetzen.

Überträgt man nun Erfassung und Aufbereitung der Meßwer-
30 te sowie Weiterverarbeitung und Regelung einem Mikrocom-
puter mit einem Mikroprozessor, so ist dieser Rechner im
allgemeinen durch die Erfassung und Aufbereitung der sich
rasch ändernden Meßwerte so beschäftigt, daß für die
eigentliche Regelung kaum mehr Zeit bleibt, es sei denn,
35 es wird eine Beschränkung der Meßwerte durchgeführt oder
ein aufwendiger Rechner benutzt. Die erste Alternative
führt zu einem Verlust an Regelgenauigkeit oder

Vielseitigkeit, die zweite Alternative zu erheblichem Kostenaufwand.

Hiervon ausgehend besteht die Aufgabe der vorliegenden
5 Erfindung darin, eine universell einsetzbare und einfache Steuerung für Elektrofiter auf Mikroprozessorbasis zu schaffen, die hinsichtlich der Meßwerterfassung und Aufbereitung sehr vielseitig ist, aber gleichzeitig auch für übergeordnete Regelzwecke genügend Zeit zur Ver-
10 fügung hat.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß jeweils in einem maximal $1/2$ Periode der Netzwechselspannung umfassenden Zyklus mehrfach die elektrischen
15 Filterbetriebswerte durch einen Mikroprozessor abfragbar und speicherbar sind, der Mikroprozessor jeweils am Ende des Abtastzyklus die benötigten Strom- und Spannungswerte an einen das Steuersignal des Stellgliedes nach vorgegebenen Kriterien berechnenden, übergeordne-
20 ten weiteren Mikroprozessor des gleichen Mikrocomputersystems übergibt und nur das aus dem Vergleich korrespondierender Werte von Spannung und Strom in aufeinanderfolgenden Halbwellen der Filtergleichspannung abgeleitete Durchschlagsignal sofort an den übergeordneten
25 Mikroprozessor übertragbar ist.

Auf diese Weise wird der das Hochfahren und Führen der Spannung an der Durchschlagsgrenze steuernde, übergeordnete Mikroprozessor von der zeitaufwendigen Durch-
30 schlagserfassung und Meßwertaufbereitung freigehalten, so daß sich trotz der Verwendung zweier Prozessoren (Master-Slave Prozessorsystem) ein verhältnismäßig einfaches Mikrocomputersystem ergibt.

35 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Steuerung sind in den kennzeichnenden Merkmalen der Unteransprüche beschrieben.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels sei die Erfindung näher erläutert; es zeigen:
Figur 1 den Schaltungsaufbau der Steuerung,
Figur 2 eine aus mehreren Elektrofaltern bestehende Anlage mit individueller Steuerung je Filter,
5 Figur 3 einen beispielsweise Verlauf der pulsierenden Filtergleichspannung und
Figur 4 einen beispielsweise Verlauf des Primärstromes des Elektrofalters.

10

Die Primärwicklung eines Hochspannungstransformators 3 ist über ein Thyristorstellglied 4 an ein Wechselspannungsnetz U angeschlossen. Auf der Sekundärseite des Hochspannungstransformators 3 ist über einen Gleichrichter 2 das eigentliche Elektrofilter 1 angeschlossen. Die
15 Amplitude der pulsierenden Filtergleichspannung ist dabei von den Befehlen des Steuersatzes 41 abhängig, der seinerseits seine Steuerspannung U_{St} aus einem als Regler dienenden Mikrocomputersystem 5 erhält.

20

Das Mikrocomputersystem 5 besteht im wesentlichen aus einem Leitprozessor 51 (Master) und einem Folgeprozessor 52 (Slave); beide Prozessoren 51 und 52 arbeiten auf den gleichen Bus 57. An diesen Bus 57 sind
25 auch noch der in bekannter Weise aus Schreib-Lesespeichern (RAM) für Daten und Nur-Lesespeichern (ROM) für das Betriebssystem bestehende Speicher 53, ein Digital-Analog-Wandler 56 und eine Eingabe-Ausgabe-Stufe 54 zur Weitergabe und Empfang von Prozeß-Signalen angeschlossen.
30 Ferner arbeitet auf den Bus auch noch ein Koppelglied 58, das die Verbindung zu einem übergeordneten Leitrechner 7 (vgl. Figur 2) über ein Bussystem 71 aufrechterhalten kann. Die Eingabe von Daten in das Mikrocomputersystem 5 wird über einen Anschlußstecker 61
35 mittels eines Programmiergerätes 6 vorgenommen. Die Anordnung arbeitet in der Weise, daß dem Primärstrom I_p , dem Filterstrom I_F , der Filterspannung U_F und der Steuer-

spannung U_{St} proportionale Werte über einen Analog-Digital-Wandler an den Prozessor 52 gelangen, dort aufbereitet werden und am Schluß ihres Abtastzyklus an den Leitprozessor 51 weitergegeben werden. Dieser berechnet dann
5 nach vorgegebenen Kriterien die erforderlichen Stellbefehle für das Stellglied 4 und gibt diese über den Digital-Analog-Wandler 56 an den Steuersatz 41 aus. Zusätzlich hat der Prozessor 52 noch die Aufgabe, Durchschläge im Filter zu erkennen. Hierzu werden korrespondierenden
10 de Spannungs- bzw. Stromwerte in aufeinanderfolgenden Halbwellen miteinander verglichen und hieraus das Durchschlagssignal gebildet. Dieses Signal wird sofort an den Leitprozessor 51 weitergegeben. Die Bildung dieses Signals - und auch anderer Signale - ist in Zusammenhang
15 mit den Figuren 3 und 4 näher erläutert.

Figur 2 zeigt den Einsatz einer derartigen Steuerung im Rahmen einer aus mehreren Elektrofaltern A, B, C bestehenden Elektrofalteranlage, die in Richtung des Pfeiles 8 von dem zu reinigenden Gas durchströmt wird.
20 Wie ersichtlich, ist jedem Filter A, B, C eine eigene Steuerung, d.h. ein Mikrocomputersystem 5 zugeordnet. Jedes dieser Mikrocomputersysteme steht über das Koppelglied 58 und einen Datenbus 71 mit einem übergeordneten
25 Leitreechner 7 in Verbindung, der übergeordnete Optimierungsstrategien oder dgl. berechnen kann; z.B. kann durch ein Staubbeladungsmeßgerät 9 die Abscheideleistung erfaßt und die Abscheidung so auf die einzelnen Filter verteilt werden, daß sich bei minimalen Energieaufwand
30 ein optimaler Abscheidungsgrad ergibt. Die vorstehend erwähnte Konfiguration hat den Vorteil, daß auch bei Ausfall eines Mikrocomputersystems 5 die Anlage als solche weiterbetrieben werden kann, da die anderen Steuerungen individuell für sich weiterarbeiten können.
35 Ebenso gilt dies für den Ausfall des Leitprozessors 7, da auch dann noch immer die einzelnen Filter regelbar sind.

Der vorstehend erwähnte modulare Aufbau führt außerdem zu Vorteilen bei Wartung und Nachrüstung von Elektrofilteranlagen und bietet ein Maximum an Störsicherheit.

Figur 3 zeigt den Verlauf der pulsierenden Filtergleichspannung U_F in kV in Abhängigkeit von der Zeit t , wobei mit T die Periodendauer der Netzwechselspannung bezeichnet ist. In jeder Halbperiode N , $N+1$ usw. der Netzwechselspannung U wird die Filterspannung U_F 20x abgetastet, d.h. die Einzelwerte $U_{F1}(N)$ von $i=0$ bis $i = 20$ vom Mikroprozessor 52 abgefragt und gespeichert. Tritt während der Halbwelle, d.h. im Abtastzyklus, kein Durchbruch auf, so wird in jeder Halbwelle N im Prozessor 52 der Scheitelwert U_{max} ermittelt und bei Beginn der nächsten Halbwelle $N+1$ an den Leitprozessor 51 übergeben. Dieser nimmt die automatische Anpassung der Filterspannung an die sich ändernden Betriebsverhältnisse des Elektrofilters vor. Außer dem für die Durchschlagsgrenze wichtigen Scheitelwert U_{max} ist auch der arithmetische Mittelwert der Filterspannung von Interesse, z.B. zur Aufnahme der Filtercharakteristik, d.h. des Filterstromes I_F in Abhängigkeit von der Filterspannung U_F . Hierzu wird am Ende jeder Spannungshalbwelle N die Summe $\sum$ sämtlicher Meßwerte und die Anzahl, z.B. 20 an den Leitprozessor 51 übertragen, der hieraus dann den Mittelwert berechnet.

Von Interesse ist auch der Mittelwert des Filterstromes. Hierzu werden im Prozessor 52 die Einzelmeßwerte des Filterstroms I_F , z.B. 20, während der Dauer einer Halbwelle addiert. Bei Beginn der nächsten Halbwelle wird die Meßwertsumme und die Anzahl der Mittelwerte ebenfalls an den Leitprozessor 51 übertragen, der dann die Mittelwertberechnung ausführen kann.

Von Interesse ist auch die Nennstromüberwachung; hierzu ist die Bildung des Primärstromeffektivwertes notwendig. Hierzu werden im Prozessor 52 alle Einzelmeßwerte J_p , die größer als der Magnetisierungsstrom sind, während der Dauer einer Halbwelle addiert. Bei Beginn der näch-

sten Halbwelle wird die Meßwertsumme, Anzahl der Einzelmeßwerte und der Scheitelwert des Primärstroms an den Master-Prozessor 51 übertragen, der hieraus nach einer Näherungslösung den Effektivwert berechnen kann.

5

Von weiterem Interesse ist, ob die ausgegebene Steuerspannung U_{St} auch tatsächlich am Steuersatz 41 vorliegt. Hierzu werden in jeder Halbwelle ebenfalls die Einzelmeßwerte der Thyristorsteuerspannung fortlaufend abgerufen und addiert. Bei Beginn der nächsten Halbwelle wird die Meßwertsumme und die Meßwertanzahl ebenfalls an den Leitprozessor 51 übertragen, der die Mittelwertberechnung ausführt. Diese muß dann wieder mit der über den Digital-Analog-Wandler 56 ausgegebenen Steuerspannung übereinstimmen.

Im Leitprozessor 51 selbst werden die im 10 Millisekundenzyklus anfallenden Scheitelwerte und die arithmetischen Mittelwerte der Filterspannung U_F sowie die arithmetischen Mittelwerte des Filterstroms I_F über z.B. 1 Sekunde gemittelt. Diese Werte können dann z.B. an einer Ziffernanzeige angezeigt werden. Falls ein Leitprozessor 7 vorhanden ist, können diese Sekundenmittelwerte zusätzlich über eine Minute gemittelt werden. Diese Werte können dann auf Anforderung in den Leitprozessor übertragen werden.

Eine weitere wesentliche Aufgabe des Prozessors 52 besteht in der Erfassung eines Durchschlags.

30

Ein Verfahren zum hochspannungsseitigen Erfassen des Durchschlags kann z.B. darin bestehen, daß jeweils die Spannungsverläufe aufeinanderfolgender Halbwellen der Schwankungen der Spannung U_F am Abscheider miteinander fortlaufend verglichen werden und eine vorgegebene Abweichung einander zugeordneter Halbwellenmeßwerte als Kriterium für einen Durchschlag dient. Bei der hier vor-

liegenden Steuerung werden einmal Spannungsvergleiche aufeinanderfolgender Halbwellen der Filterspannung, dann der Vergleich von Scheitelwerten des Primärstromes und zusätzlich noch eine Mindestspannungsüberwachung verwendet. Hierzu werden, wie bereits ausgeführt, die Halbwellen der Filterspannung U_F (vgl. Figur 3) z.B. $20x$ - Abtastungen $i = 0, 1, 2, \dots$ - pro Halbwelle N abgetastet, wobei der Halbwellenbeginn mit z.B. der Spannung $U_{FO}(N)$ durch das externe Signal Null-Durchgang der Netzspannung U mit der Periode T signalisiert wird. In dem dem Mikroprozessor 52 zugeordneten Speicherteil werden 20 dieser über die halbe Periode verteilte Einzelmeßwerte $U_{Fi}(N)$ der Halbwelle (N) gespeichert. Anschließend werden 20 Einzelmeßwerte $U_{Fi}(N+1)$ der nachfolgenden Halbwelle $N+1$ abgetastet und gespeichert, und zwar von gleicher Phasenlage wie die der vorhergehenden Halbwelle (N) . Die Einzelmeßwerte gleicher Phasenlage aufeinanderfolgender Halbwellen werden miteinander verglichen und die Spannungsdifferenzen

$$20 \quad \Delta U_{Fi} = U_{Fi}(N) - U_{Fi}(N+1)$$

gebildet. Jede der Einzelspannungsdifferenzen ΔU_{Fi} wird mit einem Grenzwert verglichen, der ein bestimmter Prozentsatz der Filtergleichspannung ist. Das Durchbruchsignal wird gegeben, wenn die Differenz größer als der vorgegebene Grenzwert ist. Wie ersichtlich, liegt an der Stelle D in der Halbwelle $N+1$ ein Filterdurchschlag vor, da der hier vorliegende Spannungswert erheblich kleiner als der zugeordnete Spannungswert in der vorhergehenden Halbwelle N ist.

30

Zur Überwachung des Stromkriteriums (vgl. Figur 4) wird der Primärstrom I_p gleichgerichtet und jeweils die Scheitelwerte einer Halbwelle und der folgenden Halbwelle $\hat{I}_p(N)$, $\hat{I}_p(N+1)$ gespeichert und mit den entsprechenden Werten $\hat{I}_p(N+2)$, $\hat{I}_p(N+3)$ der folgenden Netzperiode verglichen. Ergibt der Vergleich der zugeordneten Scheitelwerte zweier Netzperioden eine über einen bestimmten Be-

trag hinausgehende Abweichung, deren Höhe von der vorliegenden Stromstärke abhängig gemacht ist, so wird ebenfalls die Durchbruchverarbeitung angestoßen. Als zusätzliches Kriterium für den Durchschlag wird auch noch das Absinken der Filterspannung U_F unter einen vorgegebenen Sollwert angesehen.

Von besonderem Interesse ist auch noch bei der vorliegenden Steuerung, daß die Regelparameter, wie z.B. Anstieg der Filterspannung und Bewertung der Durchschläge pro Zeiteinheit usw. je nach den geforderten Filterbedingungen von außen durch das Programmiergerät 6 in die Steuerung eingegeben werden können. Hierdurch kann die gleiche Steuerung für eine Vielzahl von unterschiedlichen Filtern und Anlagen verwendet werden.

8 Patentansprüche

4 Figuren

Patentansprüche

1. Steuerung für ein Elektrofiter, das über ein Stell-
glied und einen Hochspannungsgleichrichter aus einem
5 Wechselspannungsnetz gespeist ist und bei dem das Stell-
glied abhängig von elektrischen Filterbetriebswerten aus-
steuerbar ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
n e t, daß jeweils in einem eine Halbwelle der Netz-
wechselspannung umfassenden Zyklus mehrfach die elek-
10 trischen Filterbetriebswerte durch einen Mikroproses-
sor abfragbar und speicherbar sind, der Mikroprozessor
(52) jeweils am Ende des Abtastzyklus die benötigten
Strom- und Spannungswerte an einen das Steuersignal des
Stellgliedes (4) nach vorgegebenen Kriterien berechneten,
15 übergeordneten weiteren Mikroprozessor (51) des gleichen
Mikrocomputersystems (5) übergibt und nur das aus dem
Vergleich korrespondierende Werte von Spannung und Strom
in aufeinanderfolgenden Halbwellen der Filtergleichspan-
nung abgeleitete Durchschlagssignal sofort an den über-
20 geordneten Mikroprozessor (51) überträgt.
2. Steuerung 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 im Mikroprozessor (52)
aus den abgetasteten Filterspannungswerten jeder Halb-
25 periode der Scheitelwert ermittelbar ist und am Ende der
Abtastperiode an den übergeordneten Prozessor (51) weiter-
gebbar ist.
3. Steuerung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
30 k e n n z e i c h n e t, daß die Zahl und Summe der
Spannungs- und Strommeßwerte vom Mikroprozessor (52) am
Ende jedes Abtastzyklus an den übergeordneten Mikropro-
zessor (51) weitergebbar ist.
- 35 4. Steuerung 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 die Zahl und Summe der
Steuerspannungswerte des Stellgliedes (4) in jedem Ab-

tastzyklus ermittelbar und an den übergeordneten Mikroprozessor (51) übertragbar ist.

5. Steuerung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
5 k e n n z e i c h n e t, daß im übergeordneten Prozessor (51) Langzeitmittelwerte von Filterstrom und Filterspannung für eine Anzeige errechenbar sind.
- 10 6. Steuerung 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 die Abtastzyklen mit den Nulldurchgängen der Netzwechselspannung (U) synchronisiert sind.
- 15 7. Steuerung nach Anspruch 1, g e k e n n z e i c h -
n e t durch an den Mikrocomputerbus (57) angeschlossene Speicher für Filterparameter.
8. Steuerungen nach Anspruch 1, im Rahmen einer aus
20 mehreren Filtern (A, B, C) bestehenden Elektrofilteranlage, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h eine den gleichartigen Steuerungen der Filter (A, B, C) überlagerten Leitreechner (7) zur Optimierung und Koordinierung der Filteranlage.



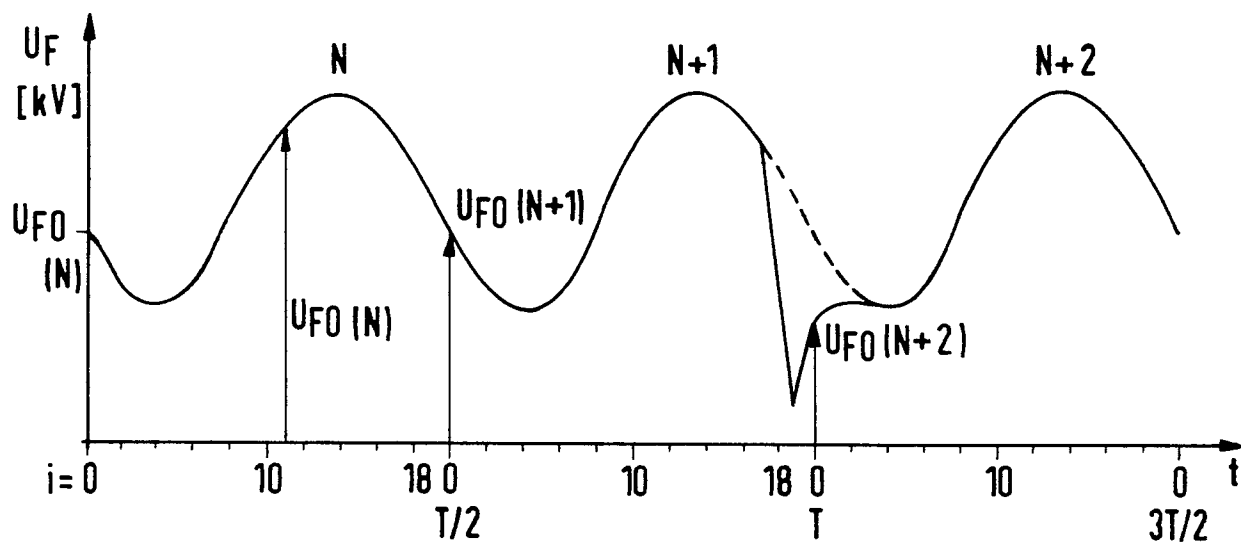


FIG 3

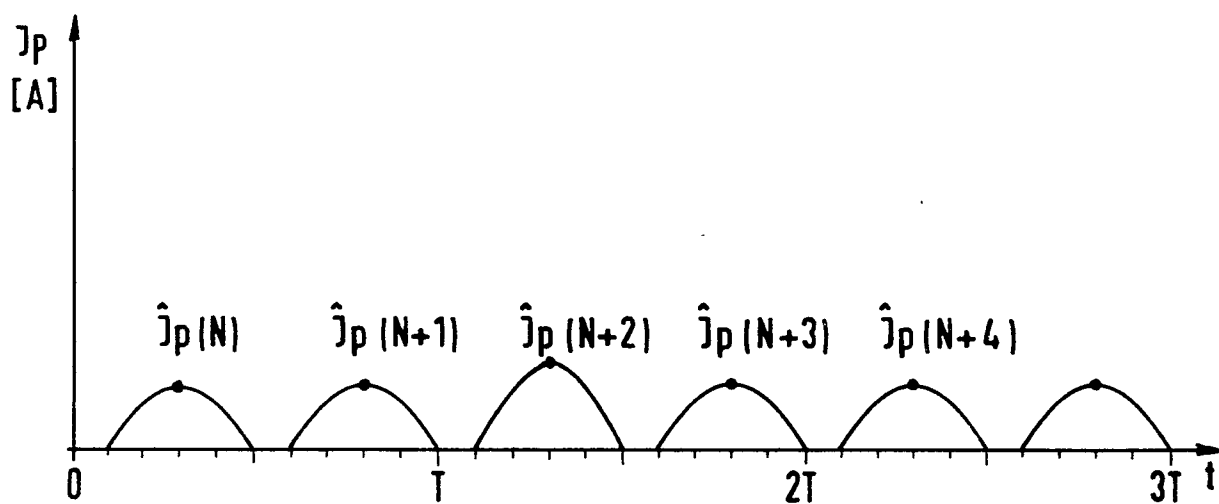


FIG 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0035209

EP 81 10 1300

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>US - A - 3 893 828</u> (E. ARCHER) * Anspruch 1 *	1	B 03 C 3/68
	--		
A	<u>US - A - 3 959 715</u> (B. CANNING) * Anspruch 1 *	1	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			B 03 C 3/68 G 05 F 1/12 1/46
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: mündliche Offenbarung P: Zwischenstufe 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 Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		10-06-1981	VAN DEN BULCKE