

⑫

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer: 80107358.6

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: **B 03 C 3/68**

⑱ Anmeldetag: 25.11.80

⑳ Priorität: 11.12.79 DE 2949752

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

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 17.06.81 Patentblatt 81/24

⑦② Erfinder: **Herklotz, Helmut, Dipl.-Ing., Waldstrasse 20, D-6078 Neu Isenburg (DE)**  
 Erfinder: **Neuling, Franz, Dipl.-Ing., Friedrich-Ebert-Strasse 17, D-6057 Dietzenbach (DE)**  
 Erfinder: **Daar, Horst, Dr. Dipl.-Ing., Friedrich-Bauer-Strasse 30, D-8520 Erlangen (DE)**  
 Erfinder: **Mehler, Günther, Eysseneck Strasse 47, D-6000 Frankfurt/Main (DE)**  
 Erfinder: **Schummer, Helmut, Dipl.-Ing., Gustav-Adolf-Strasse 27, D-6056 Heusenstamm (DE)**  
 Erfinder: **Schmidt, Walter, Dipl.-Ing., Waldstrasse 11, D-8521 Uttenreuth (DE)**  
 Erfinder: **Winkler, Heinrich, Pottensteiner Strasse 2, D-8524 Neunkirchen (DE)**

⑥④ Benannte Vertragsstaaten: AT CH DE FR GB LI SE

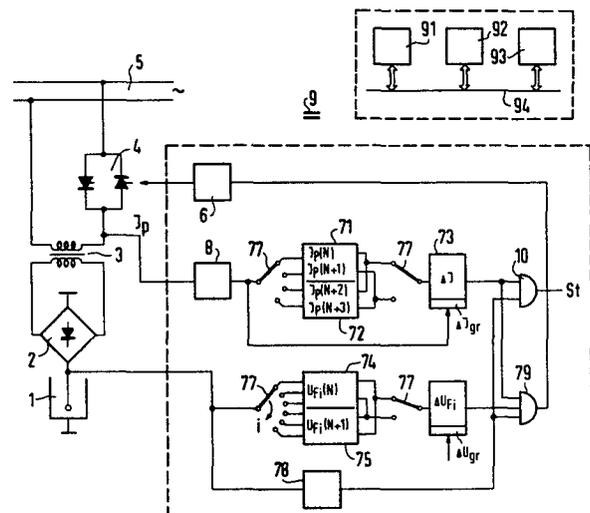
⑦① Anmelder: **METALLGESELLSCHAFT AG, Reuterweg 14 Postfach 3724, D-6000 Frankfurt/M.1 (DE)**

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

⑥④ **Verfahren zum Erfassen von Durchschlägen bei einem Elektrofilter.**

⑥⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen von Durchschlägen bei einem Elektrofilter (1), das von einem Mikrocomputersystem (9) gesteuert wird. Hierzu werden Einzelmeßwerte gleicher Phasenlage aufeinanderfolgender Halbwellen der Filterspannung ( $U_F$ ) und Scheitelwerte aufeinanderfolgender Halbwellen des Primärstromes ( $I_p$ ) miteinander verglichen.

Die Differenzen der Meßwerte, bei denen ein Durchschlagssignal ausgegeben wird, werden von jeweils vorliegender Filterspannung ( $U_F$ ) bzw. Primärstrom ( $I_p$ ) abhängig gemacht.



**EP 0 030 320 A1**

METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT  
Frankfurt/Main

Unser Zeichen

79 P 8 5 2 7 EUR

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

5

Verfahren zum Erfassen von Durchschlägen bei einem  
Elektrofilter

- 10 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erfassen von Durchschlägen bei einem Elektrofilter, das über einen Gleichrichter, einen Hochspannungstransformator und ein Stellglied aus einem Wechselspannungsnetz gespeist wird und bei dem als Durchschlagskriterium das
- 15 Überschreiten eines vorgegebenen Differenzspannungswertes von Einzelmeßwerten gleicher Phasenlage aufeinanderfolgender Halbwellen der Filterspannung dient.

Mit diesem Oberbegriff wird auf ein Verfahren Bezug genommen, wie es beispielsweise aus der DE-OS 25 40 084 bekannt ist.

Es ist üblich, einen Durchschlag über die Erhöhung des Primärstromes zu erfassen. Das alleinige Erfassen der über

den Nennstrom hinausgehenden Stromspitzen reicht jedoch nicht aus, da häufig bei Betrieb Durchbrüche auftreten, deren Spitzen den Nennstrom nicht überschreiten. Auch diese stromschwachen Durchbrüche müssen von der Steuerung erfaßt werden. Die Stromerfassung muß daher so bemessen sein, daß Stromspitzen nach prozentualer Überschreitung des gerade gefahrenen Betriebsstromes erkannt und danach Steuervorgänge ausgelöst werden.

10 Neben dieser auf der Primärseite der Spannungsanlage vorgesehenen indirekten Durchbruchserfassung gibt es die auf der Hochspannungsseite einzusetzende direkte Durchbruchserfassung. Bei dieser wird z.B./<sup>der</sup> Spannungseinbruch im Moment des Durchschlages ausgenutzt. Es  
15 spielt keine Rolle, ob dabei der Durchbruchstrom die Nennstromgrenze überschritten hat oder nicht. Da der Spannungseinbruch auch bei stromschwachen Durchbrüchen auftritt, wird dieser innerhalb der vorliegenden Halbwelle festgestellt. Beim indirekten Erfassen über den  
20 Primärstrom geschieht dagegen das Erfassen in der Regel erst über die Ladestromspitze der den Durchbruch folgenden Stromhalbwelle. Der Primärstrom zeigt nämlich im Moment des Durchbruches nur eine geringe Reaktion. Als am günstigsten kann somit das direkte Erfassen des  
25 Durchschlages auf der Hochspannungsseite angesehen werden.

Ein Verfahren zum hochspannungsseitigen Erfassen des Durchbruches kann z.B. darin bestehen, daß jeweils die  
30 Spannungsamplituden aufeinanderfolgender Halbwellen der Schwankungen der Spannung am Abscheider miteinander fortlaufend verglichen werden und eine vorgegebene Abweichung zugeordneter Meßwerte als Kriterium für einen Durchschlag dient.

35

Da die Überschläge erfahrungsgemäß nach dem Spannungs-

maximum der Halbwelle auftreten, kann es in vielen Fällen nach der Lösung der vorgenannten DE-OS 25 40 084 genügen, wenn jeweils die Spannungsverläufe nach dem Amplitudenmaximum miteinander verglichen werden. Hierzu  
5 können z.B. jeweils zu festgelegten Zeitpunkten in der abfallenden Flanke der Abscheiderspannung einzelne Spannungswerte erfaßt und gespeichert werden und diese Spannungswerte jeweils mit den gemessenen Spannungswerten  
10 einer nachfolgenden Halbwelle an den entsprechenden, um die Periodendauer verschobenen Zeitpunkten verglichen werden. Ergibt der Vergleich eine beträchtliche Abweichung, so kann dies als Kriterium für den Überschlag dienen.

15 Eine derartige Erfassung von Durchschlägen hat sich bewährt; das Vorgeben eines ausreichenden Unterschiedes ist jedoch über den ganzen Filterspannungsbereich hinweg etwas problematisch, da u.U. dieser Wert bei niedrigen Spannungswerten kleiner als bei relativ hohen  
20 Spannungswerten bemessen sein müßte.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, für ein sofortiges Erkennen eines Durchschlages im gesamten möglichen Filterspannungsbereich zu sorgen.

25

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der zulässige Differenzspannungswert als prozentualer Wert der jeweils gemessenen Filterspannung vorgegeben wird. Auf diese Weise hat man zu jedem Zeitpunkt ein  
30 Vergleichsnorm, das den jeweiligen Betriebsbedingungen angepaßt ist und kann somit sofort entscheiden, ob ein Durchschlag vorliegt oder nicht.

Zur Erhöhung der Sicherheit der Durchbruchserfassung  
35 ist es von Vorteil, wenn zusätzlich die Scheitelwerte der Halbwellen in jeder Periode des Primärstromes ge-

speichert und mit den zugeordneten Scheitelwerten in der folgenden Netzperiode verglichen werden. Auch hier dient dann das Überschreiten einer dem Scheitelstromwert proportionalen Scheitelstromdifferenz als Durchschlagskriterium.

Tritt allein das Stromkriterium auf, so kann das als Indiz für einen Fehler in der Anlage gewertet werden, da normalerweise auch das spannungsabhängige Signal vorliegen sollte.

Zur weiteren Erhöhung der Sicherheit für die wesentliche Größe "Durchschlag" ist es ferner von Vorteil, wenn auch das Unterschreiten einer vorgegebenen Mindestspannung im Filter ebenfalls als Durchschlagskriterium dient. Auch hier kann das alleinige Auftreten dieses Kriteriums - ohne das eingangs erwähnte Spannungsvergleichskriterium - als Hinweis für einen Fehler in der Anlage dienen.

20

Die zur Berechnung der Durchschlagserfassung erforderlichen Rechnungen und Speicherungen der Meßwerte werden vorteilhafterweise digital vorgenommen, und zwar mit Hilfe eines Mikrocomputersystems.

25

Anhand einer Zeichnung sei die Erfindung näher erläutert;

es zeigen:

Figur 1 das elektrische Schaltbild einer Elektrofilteranlage mit Durchschlagserfassung,

30

Figur 2 den Verlauf der Filtergleichspannung in Abhängigkeit von der Zeit und

Figur 3 den Verlauf des Primärstromes abhängig von der Zeit.

35

Ein Elektrofilter 1 wird über einen Hochspannungs-

gleichrichter 2 und einen Hochspannungstransformator 3 aus einem Wechselstromnetz 5 gespeist. Zur Spannungsregelung bzw. Stromregelung ist im Primärkreis z.B. ein Thyristorstellglied 4 vorgesehen, das von einem Digitalregler 6 angesteuert wird. Dieser Digitalregler bildet aus strom- und spannungsabhängigen Werten in Verbindung mit den Durchschlägen die notwendigen Steuersignale für das Thyristorstellglied 4.

- 10 Wie bereits einleitend bemerkt, werden zur Durchschlags-  
erfassung drei Kriterien herangezogen, und zwar einmal  
der Spannungsvergleich aufeinanderfolgender Halbwellen  
der Filterspannung, dann der Vergleich von Scheitelwer-  
ten des Primärstromes und zusätzlich noch eine Mindest-  
15 spannungsüberwachung.

Die Halbwellen der Filterspannung  $U_F$  (vgl. Figur 2) werden z.B. zwanzigmal - Abtastung  $i = 0,1,2, \dots$  - pro Halbwelle abgetastet, wobei der Halbwellenbeginn mit  
20 z.B. der Spannung  $U_{F0}(N)$  durch das externe Signal Null-  
durchgang der Netzspannung mit der Periode  $T$  signali-  
siert wird. Im Speicher 74 werden zwanzig dieser über  
die halbe Periode  $T/2$  verteilten Einzelmeßwerte  $U_{Fi}(N)$   
der Halbwelle  $N$  gespeichert. Anschließend werden im  
25 Speicher 75 zwanzig Einzelmeßwerte  $U_{Fi}(N+1)$  der nach-  
folgenden Halbwelle  $N+1$  abgetastet und gespeichert,  
und zwar mit gleicher Phasenlage wie die der vorhergehen-  
den Halbwelle  $N$ . Die Einzelmeßwerte gleicher Phasenla-  
ge aufeinanderfolgender Halbwellen werden miteinander  
30 verglichen und die Spannungsdifferenzen

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

gebildet. Jede der so im Vergleicher 76 gebildeten  
Einzelspannungsdifferenzen wird mit einem Grenzwert

$\Delta U_{Gr}$  verglichen, der wie folgt aus der Filterspannung

35 berechnet wird:

$$\Delta U_{Gr} = X \cdot U_{Fi}(N),$$

wobei X zwischen 0,05 und 0,2 liegen kann.

Die Durchbruchverarbeitung im Regler 6 wird über das Gatter 79 angestoßen, wenn

$$\Delta U_{Fi} > \Delta U_{Gr}$$

5

Für die Dauer der restlichen Halbwelle wird die Durchbruchserfassung ausgesetzt.

Im schematisch dargestellten Schaltbild ist die Ab-  
10 speicherung und der Vergleich zueinandergehöriger Meß-  
werte durch Schalter 77 angedeutet, die von einer nicht-  
gezeigten Synchronisiersteuerung betätigt werden.

Zur Überwachung des Stromkriteriums (vgl. Figur 3) wird  
15 der Primärstrom  $I_p$  mit einem Gleichrichter 8 gleichge-  
richtet und jeweils die Scheitelwerte  $I_p(N)$  und  $I_p(N+1)$   
einer Halbwelle und der folgenden Halbwelle gespeichert  
und mit den entsprechenden Werten  $I_p(N+2)$ ,  $I_p(N+3)$  der  
folgenden Netzperiode verglichen. Damit ergibt sich  
20 an der an den Speichern 71 und 72 angeschlossenen Ver-  
gleichsstufe 73 die Feststellung folgender Stromdiffe-  
renzen.

$$\Delta I_p(N) = I_p(N) - I_p(N+2)$$

$$\Delta I_p(N+1) = I_p(N+1) - I_p(N+3)$$

25 Jeder der beiden Scheitelwertdifferenzen wird mit einem  
Grenzwert verglichen, der sich nach folgender Beziehung  
berechnet:

$$\Delta I_{gr}(N) = X_i I_p(N)$$

$$\Delta I_{gr}(N+1) = X_i I_p(N+1)$$

30 wobei  $X_i$  die zulässige Abweichung des Primärstromschei-  
telwertes ist. Die Durchbruchverarbeitung wird ange-  
stoßen wenn

$$\Delta I_p(N) > I_{gr}(N) \quad \text{oder}$$

$$\Delta I_p(N+1) > I_{gr}(N+1)$$

35

Während der ersten Halbwelle nach einem Durchschlag und

während einer Hochlaufphase nach einem Durchschlag mit mehreren Folgedurchschlägen wird diese Art der Durchbruchserfassung ausgesetzt. Das Signal des Vergleichers 73 geht ebenfalls über das Gatter 79 an den digitalen 5 Regler 6. Die Speicherung und Abtastung und der Vergleich der einzelnen Strommeßwerte ist ebenfalls durch den vom nichtgezeigten Steuerwerk betätigten Schalter 77 angedeutet.

10 Unterschreitet die Filterspannung  $U_F$  einen Schwellwert, der z.B. vom Schwellwertglied 78 erfaßt wird, wird ebenfalls die Durchbruchsverarbeitung angestoßen, falls die Erfassung gemäß den vorstehend genannten beiden Kriterien nicht zustande gekommen ist, z.B. wegen eines Feh-  
15 lers in einem Wandlerbaustein.

Die alleinige Auslösung nach Kriterium 3, Unterschreiten der Mindestspannung, stellt genauso wie das alleinige Auftreten des Kriteriums 2 - überhöhter Primär-  
20 strom - ein annormales Betriebsergebnis dar und wird zusätzlich über Gatter 10 als Störungssignal  $St$  ausgegeben.

Der vorstehend beschriebene Aufbau mit Funktionsbau-  
25 steinen wurde lediglich der einfacheren Darstellung halber gewählt. In der technischen Realisierung wird man die Speicher und Rechenfunktionen heute einem Mikrocomputersystem übertragen, wie durch das Gleichheitszeichen 9 zwischen den gestrichelt umrandeten Bereichen  
30 dargestellt ist.

Dieses Mikrocomputersystem besteht im wesentlichen aus einer Zentraleinheit 91, dem eigentlichen Rechen- und Steuerwerk, dem Speicher 92 und den Ein- und Ausgabe-

0030320

- 8 -

VPA 79 P 8527 EUR

geräten 93, die alle an einen gemeinsamen Bus 94 angeschlossen sind.

4 Patentansprüche

3 Figuren

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen von Durchschlägen bei einem Elektrofilter, das über einen Gleichrichter, einen Hochspannungstransformator und ein Stellglied aus einem Wechselspannungsnetz gespeist wird und bei dem als Durchschlagskriterium das Überschreiten eines vorgegebenen Differenzspannungswertes von Einzelmeßwerten gleicher Phasenlage aufeinanderfolgender Halbwellen der Filtergleichspannung dient, **d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t**, daß der Differenzspannungswert ( $\Delta U_{Fi}$ ) als prozentualer Wert der jeweils gemessenen Filterspannung ( $U_F$ ) vorgegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich die Scheitelwerte ( $I_p(N+1)$ ,  $I_p(N+2)$ ) der Halbwellen in jeder Periode ( $T$ ) des Primärstromes ( $I_p$ ) gespeichert und mit den zugeordneten Scheitelwerten der folgenden Netzperiode verglichen werden und daß das Überschreiten einer dem Scheitelstromwert proportionalen Scheitelstromdifferenz ( $\Delta I$ ) ebenfalls als Durchschlagskriterium dient.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das alleinige Auftreten des Stromkriteriums als Fehlersignal gewertet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Unterschreiten einer Mindestspannung ( $U_F$ ) am Filter (1) ebenfalls als Durchschlagskriterium gewertet wird und das alleinige Auftreten dieses Mindestspannungskriteriums als Störungssignal ( $St$ ) benutzt wird.

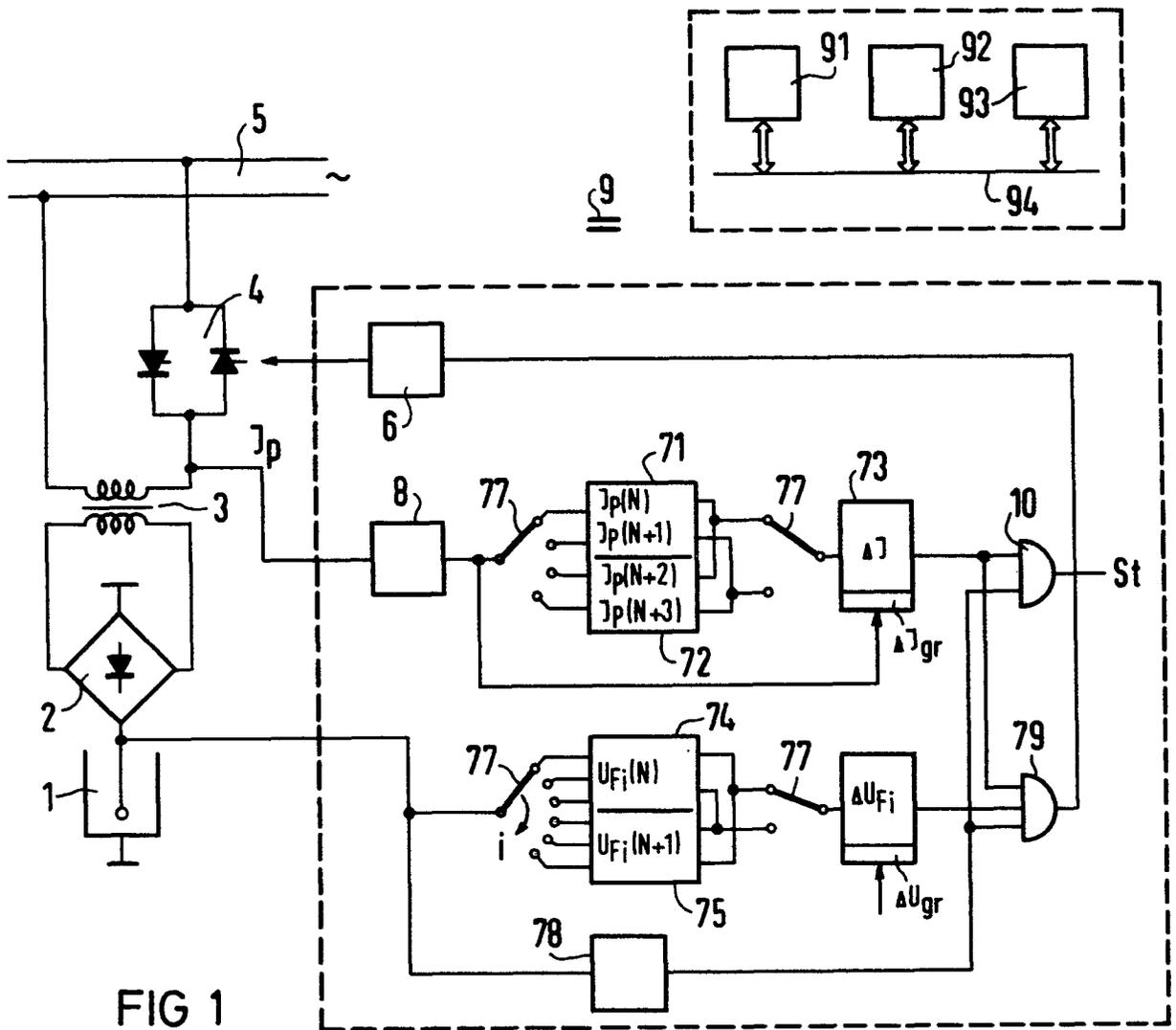


FIG 1

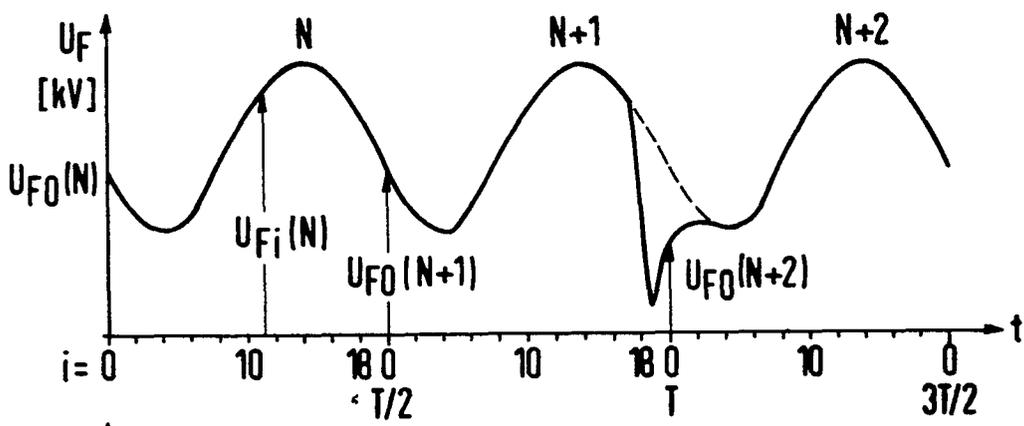


FIG 2

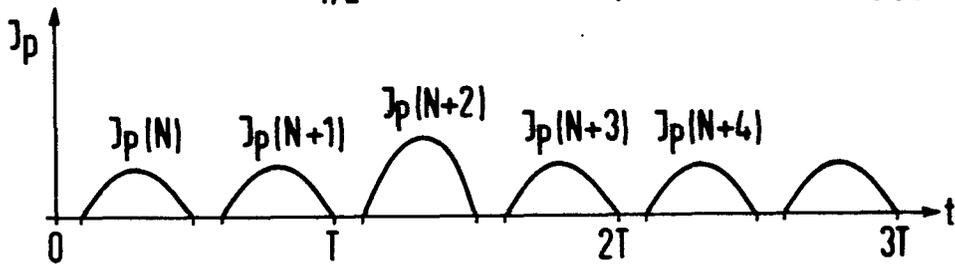


FIG 3



Europäisches  
Patentamt

**EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT**

0030320  
(Nummer der Anmeldung)  
EP 80 10 7358

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A/D	<u>DE - A - 2 540 084</u> (SIEMENS A.G.)  * Patentansprüche 1-6 *  ---	1	B 03 C 3/68
A	<u>FR - A - 1 374 149</u> (H. BRANDT)  * Zusammenfassung I, II *  -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)
			B 03 C 3/66 B 03 C 3/68
			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 Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
<input checked="" type="checkbox"/> Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	20-03-1981	VAN DEN BULCKE	