



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 4899/82

⑦ Inhaber:
BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.,
Baden

⑳ Anmeldungsdatum: 16.08.1982

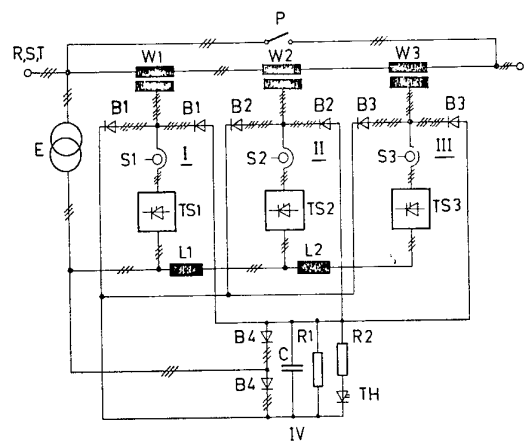
㉔ Patent erteilt: 31.07.1987

④ Patentschrift
veröffentlicht: 31.07.1987

⑦ Erfinder:
Knapp, Peter, Oberehrendingen

⑤ Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Spannung nach Betrag und/oder Phase in elektrischen Energie-Übertragungseinrichtungen.

⑦ Bei Steuerung des Phasenwinkels in elektrischen Energie-Übertragungseinrichtungen wird zur Eingangsspannung der Phasenleiter (R, S, T) induktiv über Wandler (W1, W2, W3) eine Zusatzspannung mit einem gewählten Phasenwinkel addiert. Dies wird mittels parallel geschalteter Schaltungseinheiten (I, II, III) über Wandler (W1, W2, W3) erreicht, welche Übersetzungen im Verhältnis 1:3:9 usw. oder 1:2:4 usw. aufweisen. Die Vorrichtung ist mit einer integralen Überspannungsbegrenzungs-Schaltungseinheit (IV) versehen, die man auch als Kommutierungshilfe einsetzen kann. Die Vorrichtung ist konstruktiv einfach, leicht steuerbar und wirtschaftlich.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Steuerung des Phasenwinkels und/oder der Amplitude der Wechsel- oder Drehspannung in elektrischen Energie-Übertragungseinrichtungen, wobei wenigstens eine einstellbare Spannungsquelle (E, I, II, III) mit einer Zusatzspannung (u) mit einem gewählten Phasenwinkel und einer gewählten Amplitude induktiv zur Eingangsspannung der Phasenleiter (R, S, T) addiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Zusatzspannung (u) über parallel geschaltete Schaltungseinheiten (I, II, III) mit Wandlern (W1, W2, W3) mit der Eingangsspannung der Phasenleiter (R, S, T) addiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandler (W1, W2, W3) mit Spannungen gleicher Höhe erregt werden.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandler (W1, W2, W3) der Schaltungseinheiten (I, II, III) relativ zueinander abgestufte Übersetzungen aufweisen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungseinheiten (I, II, III) Wandler (W1, W2, W3) enthalten, bei welchen die Übersetzungen im Verhältnis 1:3:9 ... oder 1:2:4:8 ... realisiert sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die einstellbare Spannungsquelle (E, I, II, III) eine integrale Überspannungsbegrenzung-Schaltungseinheit (IV) mit einem gemeinsamen Schutzkondensator (C), einem festen Entladewiderstand (R1) und einem gesteuerten oder nichtlinearen Entladungswiderstand (R2) aufweist und mit aus Dioden gebildeten Ankoppeleinheiten (B1, B2, B3, B4) an die entsprechenden Schalteinheiten (I, II, III) angeschlossen ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Anspeisung der Schalteinheiten (I, II, III) über Strombegrenzungsdrosseln (L1, L2 ...) erfolgt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die hochspannungsseitigen Wicklungen der Wandler (W1, W2, W3) mit Kurzschliessern (P) überbrückbar sind.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

In der europäischen Patentanmeldung 0 053 413 ist ein Verfahren zur Steuerung des Phasenwinkels in elektrischen Energie-Übertragungseinrichtungen und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens enthalten. Beim Zusammenschalten von beispielsweise mehreren Energie-Übertragungsleitungen ist anzustreben, dass die Phasenwinkel der zusammengeschalteten Wechselspannungen übereinstimmen. Bei Verbundnetzen werden darum zum Anpassen der Phasenwinkel in den verschiedenen Netzteilen sogenannte Quertransformatoren eingesetzt. Der Quertransformator induziert in jedem Leiter der Leitung eine der Eingangsspannung überlagerte Querspannung, deren Phasenwinkel gegenüber dem der Eingangsspannung um 90° versetzt ist, so dass eine Ausgangsspannung entsteht, deren Phasenwinkel gegenüber dem der Eingangsspannung verschoben ist. Bei der obengenannten Patentanmeldung kann der Phasenwinkel über einen grossen Winkelbereich in sämtlichen Richtungen (quer, längs, schräg) verschoben werden. Dies wird dadurch erreicht, dass wenigstens eine einstellbare Spannungsquelle mit einer Zusatzspannung mit einem gewählten Phasenwinkel induktiv zur Eingangsspannung addiert wird. Die Vorrichtung enthält eine Stromrichterschaltung, die zweckmässig eine Brückenschaltung mit antiparallel geschalteten Thyristoren ist. Diese Vorrichtung enthält einen an der Eingangsspannung angeschlossenen Erregertransformator, dessen Sekundärwicklung abgestuft ist. Diese Anordnung kann jedoch zu ei-

ner ungünstigen Dimensionierung führen. Strom und Spannung werden von der Stufe mit der grössten Leistung vorgegeben. Auch die kleinste Stufe wird vom vollen Strom durchflossen, wobei spannungsmässig in dieser Stufe der Thyristor meist unvollständig ausgenutzt wird. Grosse Kurzschlussströme aus dem Erregertransformator erschweren bei den kleinen Stufen den Schutz der Anlage.

Die Erfindung, wie sie in den Patentansprüchen 1 und 3 definiert ist, löst die Aufgabe, die Nachteile des Bekannten zu beseitigen und ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, die eine günstige Thyristor- und Geräteausnutzung vor allem bei Vorrichtungen im mittleren und kleineren Leistungsbereich ermöglichen. Die Konstruktion und die Steuerung soll vereinfacht und der Überspannungsschutz zentralisiert werden.

Das Verfahren gemäss Anspruch 1 weist den Vorteil auf, dass die eigentliche Spannungsquelle, d.h. z.B. ein Erregertransformator, mit einfachem Ausgang ohne abgestufte Ausgänge für jede Phase realisiert werden kann, wobei die parallel geschalteten Schaltungseinheiten mit den Wandlern ermöglichen, dass man diskrete, äquidistante Stufen einstellen kann. Die Lösung gemäss Anspruch 2 sichert eine optimale spannungsmässige Ausnutzung aller Thyristoren in den Schalt- und Stellgliedern. Der Vorteil gemäss Anspruch 3 ist darin zu sehen, dass man bei den Wandlern bei unterschiedlicher Stufenleistung nur die Übersetzungsverhältnisse anzupassen braucht. Gemäss Anspruch 4 ergeben sich insbesondere günstige Verhältnisse der Übersetzungen, bei welchen man einundvierzig diskrete, äquidistante Stufen einstellen kann, wenn die Amplitudenstaffelung 1:3:9 gewählt wurde. Den zentralisierten Überspannungsschutz gemäss Anspruch 5 kann man auch als Kommutierungshilfe einsetzen.

Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine erfindungsgemässe beispielsweise vereinfachte Gesamtschaltung für ein Dreiphasennetz;

Fig. 2 den linken Teil der Schaltung gemäss Fig. 1 mit Darstellung aller Bestandteile und Leitungen, wobei die Schaltungseinheiten II und III aus Platzgründen nicht gezeichnet sind;

Fig. 3 eine Erweiterung der Schaltung für eine Schräg- und Längskomponente und

Fig. 4 und 5 zwei Diagramme, welche Kommutierungen mit Hilfe eines in der Schaltungseinheit IV gebildeten Zusatzpotentials zeigen.

Gemäss Fig. 1 sind drei Phasenleiter R, S, T in dem Teil mit Wandlern W1, W2, W3 mit einem Kurzschliesser P überbrückt. An die Phasenleiter R, S, T ist die Primärseite des Erregertransformators E angeschlossen. Die Sekundärseite des Erregertransformators E führt zu den parallel geschalteten Schaltungseinheiten I, II, III mit den Wandlern W1, W2, W3 und zu der Schaltungseinheit IV, die als eine integrale Spannungsbegrenzung ausgebildet ist. Die Schaltungseinheiten I, II, III enthalten an die Sekundärwicklung des Erregertransformators E angeschlossene Thyristorstellglieder TS1, TS2, TS3 mit antiparallel geschalteten Thyristoren. Die Thyristoren sind alle für die gleiche Spannung, jedoch für sehr unterschiedliche Ströme dimensioniert. Die nachgeschalteten Stromwandler S1, S2, S3 dienen zur möglichst exakten Feststellung des Stromnulldurchganges. Die nachgeschalteten Brücken mit Klammerdioden B1, B2 und B3 sind wandlerseitig angeordnet. Eine weitere Brücke B4 ist netzseitig in der Schaltungseinheit IV eingeschaltet. Diese Schaltungseinheit IV enthält einen zentralen Spannungsbegrenzungskondensator C, zu welchem parallel ein fester Entladewiderstand R1 und ein gesteuertes oder nichtlinearer Entladewiderstand R2 angeschlossen sind. Der gesteuerte Entladewiderstand R2 ist in Serie mit einem zwangslöschbaren Schalt-Thyristor TH geschaltet. Zwischen den Schaltungseinheiten I, II, III sind Kurzschlussstrom-Begrenzungsdrosseln L1, L2 angeordnet.

Fig. 2 zeigt einen Teil der Fig. 1 mit allen Bestandteilen und Leitern. Die Schaltungseinheiten II und III, die der Schaltungseinheit I entsprechen, sind aus Platzgründen weggelassen worden. Dieselben Teile sind in den Fig. 1 und 2 mit denselben Bezeichnungen versehen.

In Fig. 3 ist eine Erweiterung der Schaltung für eine Schräg- und Längskomponente gezeigt. Die Schaltung ist für den Phasenleiter R gezeichnet. Die an den Transformatorabgängen T und S angeschlossenen Thyristorzweige sind als Beispiel für den Grundausbau eingetragen. Sie führen dem Wandler W die Querkomponente der Spannung zu. Je nachdem, ob die in der Brückendiagonale rechts oben — links unten, oder links oben — rechts unten befindlichen Thyristoren Zündimpulse erhalten, hat obige Komponente ein positives oder negatives Vorzeichen.

Wird zusätzlich der Transformator-Abgang - S mit Thyristorzweigen versehen (äusserster rechter Zweig in Fig. 3 mit kleinerer Strichstärke eingezeichnet), so kann auch die Längskomponente der Spannung und in zwei Quadranten des Vektorraumes auch die Querkomponente zu- und abgeschaltet werden.

Eine weitere Ergänzung erfährt die Schaltung, wenn auch der Transformator-Abgang - T mit Thyristorzweigen versehen wird (gleichfalls in Fig. 3 mit kleinerer Strichstärke im linken Abschnitt der Brückenschaltung eingetragen). Die derart modifizierte Schaltung erlaubt es, dass in jedem der vier Quadranten eine Querkomponente gebildet werden kann.

Dieses Prinzip ermöglicht den gestaffelten Ausbau der Schaltung, je nach Höhe der an sie gestellten Ansprüche, was sich günstig auf die Investitionskosten auswirkt.

Der in Fig. 3 dargestellte Transformator hat primärseitig eine Dreieck-Schaltung, sekundärseitig eine Gabel-Schaltung. Er ist in der Lage, die Erreger-Spannungen für alle Phasen und Stufen des Stellgliedes zu liefern.

Die in Fig. 3 dargestellte Schaltung wird verwendet, wenn zu der Querkomponente auch eine Längskomponente zuzumischen ist. Dies ist insbesondere bei den kleineren Stufen oft zweckmässig. Weil der Wirkstromabfall auf den Leitungen nur

ein bis zwei Zehntel des Blindstromabfalls beträgt, sind die erforderlichen Längskomponenten beträchtlich kleiner. Technisch kann man die Längskomponente mit einer kleinen Modifikation am Erregertransformator E erreichen (z.B. Gabelschaltung oder ein kleiner Zusatztransformator).

In den Fig. 4 und 5 sind zwei Diagramme für Kommutierungen mit Hilfe eines Zusatzpotentials U_+ , U_- , das von der zentralen Spannungsbegrenzung — Schaltungseinheit IV — vorgegeben ist. Es sind die Verläufe der Erregerspannung u und des Leiterstroms i gezeigt. Mit t_1 ist der erste Spannungsphasen-Durchgang bezeichnet. Die zweiten Halbwellen sind mit dem Index «'» versehen, so dass z.B. t_1' den zweiten Spannungsphasen-Durchgang bedeutet. Ein Stromphasen-Durchgang ist mit t_2 benannt, eine Zündung bei Phasenausschnitt mit t_3 und eine Zündung des Bypasses mit t_4 . Die Funktionsweise ist aus dem Verlauf der Kurven und Geraden und aus der Bezeichnung der Punkte ersichtlich, wobei in Fig. 4 das Kommutieren in den Bypass bei nacheilendem Strom zum Zeitpunkt t_4 , und Fig. 5 das Kommutieren in den Bypass bei voreilem Strom zum Zeitpunkt t_4 veranschaulichen. Wie aus den Diagrammen ersichtlich, kann jede Spannung beliebiger Phase problemlos angesteuert werden, weil der auf der Leitung eingeprägte Strom i auf die zentrale Schaltungseinheit IV kommutieren kann. Es ist mit dieser Anordnung nicht erforderlich, mittels genauer Stromerfassung durch Zündung geeigneter Ventile sofort einen Stromweg innerhalb des Stromrichters bereitzustellen. Die letztgenannte Methode birgt nämlich die Gefahr in sich, dass Kurzschlüsse des Erreger-Transformators eingeleitet werden können, vor allem, wenn Erregerspannung u und Leiterstrom i phasengleich sind. Ohne spezielle, vorgängig nicht angegebene Mittel ist dieser Betriebsfall nicht beherrschbar.

Mit der vorgeschlagenen Vorrichtung ist durch das grundsätzliche Vermeiden von Kurzschlüssen des Erregertransformators und die zu erzielende Vereinfachung im Steueralgorithmus eine wesentliche Erhöhung der Betriebssicherheit der Anlage gegeben.

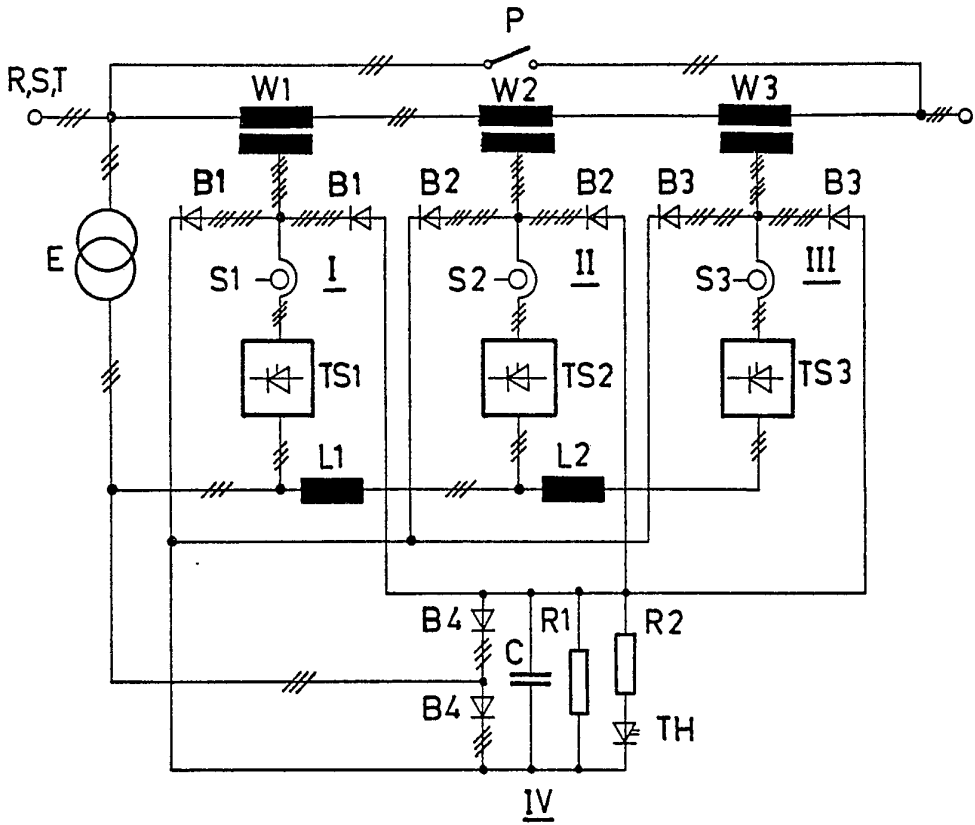


FIG.1

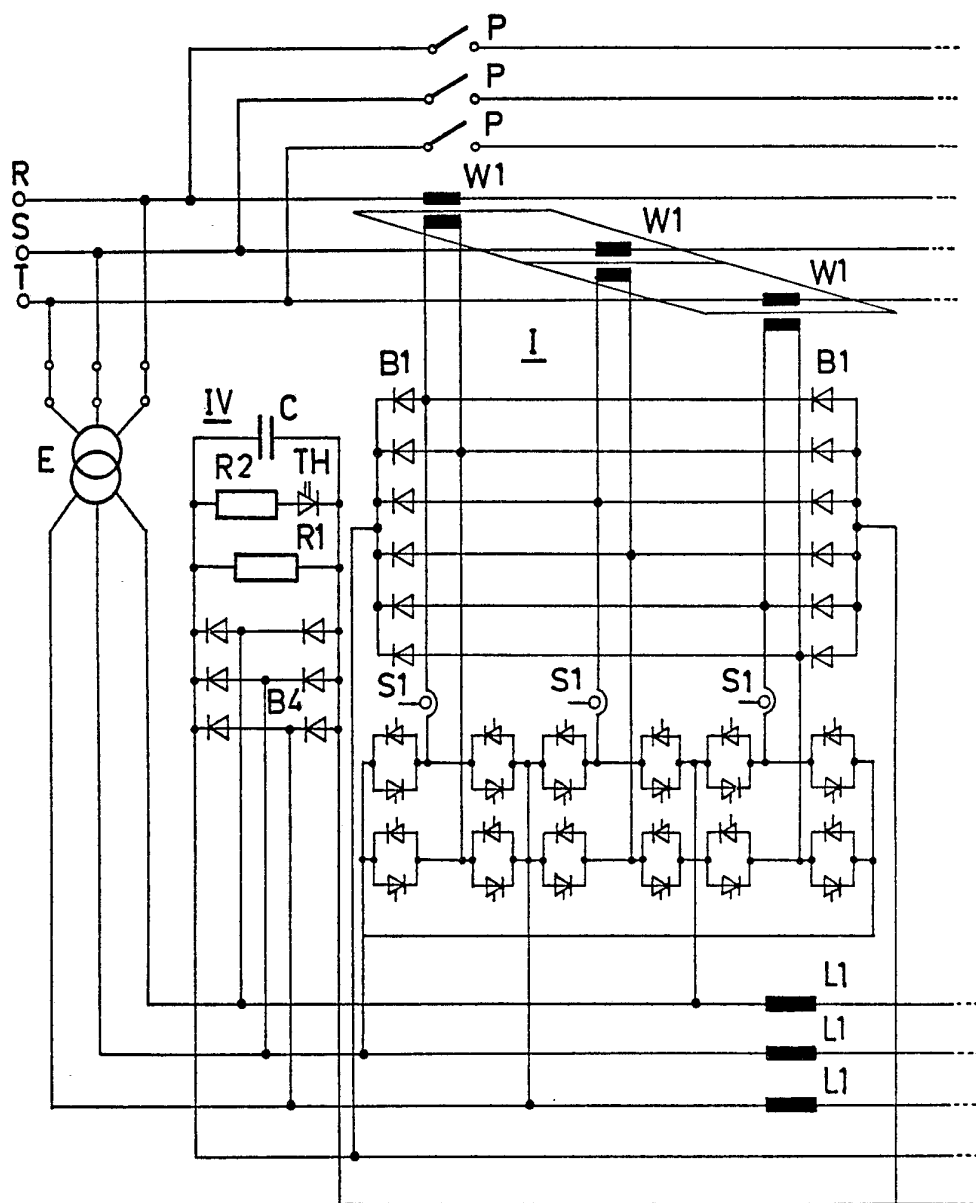


FIG. 2

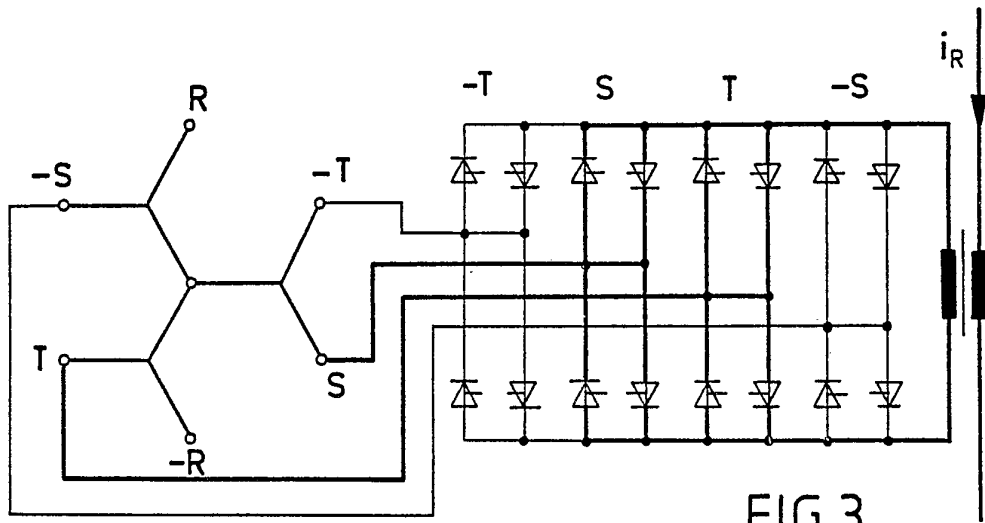


FIG.3

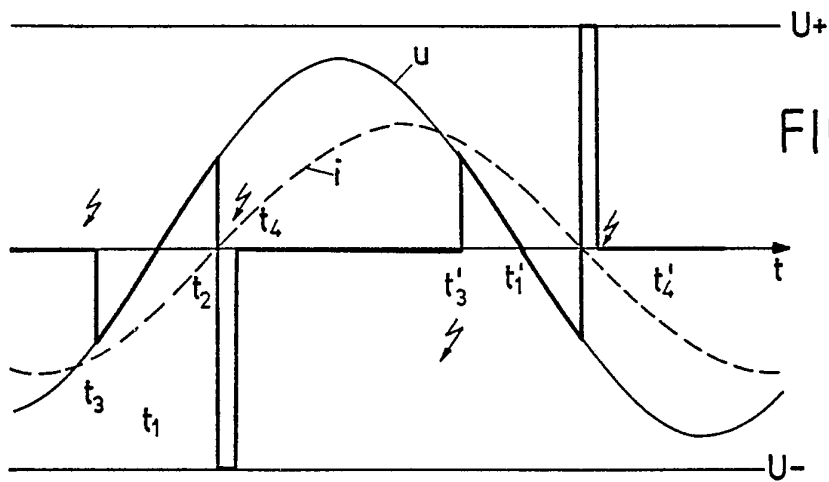


FIG.4

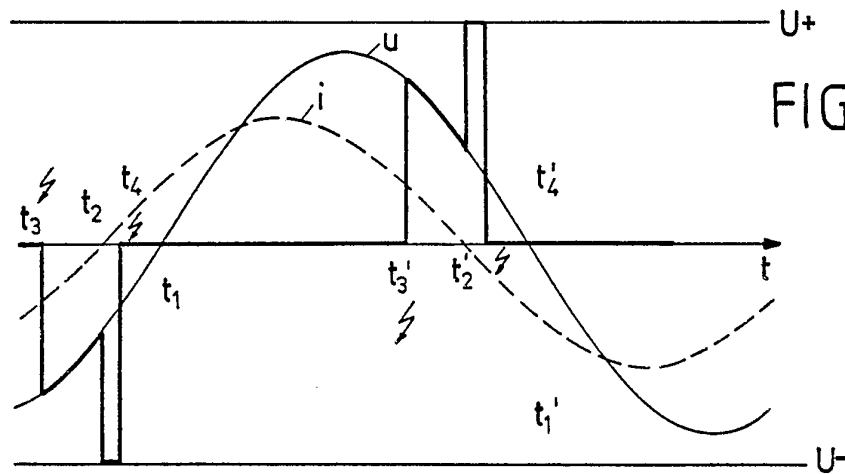


FIG.5