



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer :

0 197 369
B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :
13.12.89

(51) Int. Cl.⁴ : **B 03 C 3/68**

(21) Anmeldenummer : 86103602.8

(22) Anmeldetag : 17.03.86

(54) Verfahren und Einrichtung zur Versorgung eines Elektroabscheiders mit Hochspannungsimpulsen.

(30) Priorität : 29.03.85 DE 3511622

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
15.10.86 Patentblatt 86/42

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : 13.12.89 Patentblatt 89/50

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

(56) Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 108 963
EP-A- 0 111 794
DE-A- 2 162 988
DE-A- 3 308 411
US-A- 4 061 961

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

Siemens Aktiengesellschaft
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2 (DE)

(72) Erfinder : Dallhammer, Richard, Dipl.-Ing.
Brucker Strasse 18
D-8500 Nürnberg (DE)
Erfinder : Dönig, Gerhard, Dipl.-Ing.
Weiherstrasse 9
D-8520 Erlangen (DE)
Erfinder : Gaul, Hartmut, Dipl.-Ing.
Klebbelmer Strasse 5
D-8551 Röttenbach (DE)
Erfinder : Schmidt, Walter, Dipl.-Ing.
Waldstrasse 22
D-8525 Uttenreuth (DE)
Erfinder : Neuling, Franz, Dipl.-Ing.
Am Falltor 7
D-6106 Erzhausen (DE)
Erfinder : Schummer, Helmut, Dipl.-Ing.
Gustav-Adolf-Strasse 27
D-6056 Heusenstamm (DE)

(74) Vertreter : Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al
Postfach 22 13 17
D-8000 München 22 (DE)

EP 0 197 369 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Versorgung eines Elektroabscheiders mit Hochspannungsimpulsen, die durch primärseitige Erregung eines sekundärseitig an den Elektroabscheider gekoppelten Hochspannungstransformators mit Hilfe von Gleichspannung erzeugt werden. Ferner betrifft die Erfindung eine Einrichtung zur Versorgung eines Elektroabscheiders mit Hochspannungsimpulsen, bei der die Primärwicklung eines sekundärseitig an den Elektroabscheider gekoppelten Hochspannungstransformators über einen von einer ersten Steuereinheit steuerbaren Gleichstromsteller aus einer Gleichspannungsquelle erregbar ist.

Bei Elektroabscheidern hat es sich zur Erhöhung des Staubabscheidegrades als wirkungsvoll erwiesen, die Elektroden neben einer möglichst nahe an der Durchschlagsgrenze geführten Gleichspannung zusätzlich mit Hochspannungsimpulsen variabler Amplitude und Frequenz zu beaufschlagen, um zusätzliche Ladungsträger im Elektroabscheider zu erzeugen, ohne die Ausbildung eines Lichtbogens zu provozieren. Die Erzeugung der Hochspannungsimpulse geschieht in aller Regel durch Erregung der Primärwicklung eines Hochspannungstransformators, der sekundärseitig an den Elektroabscheider gekoppelt ist. Derartige Einrichtungen sind beispielsweise aus der DE-OS 32 46 057 bekannt.

Im praktischen Betrieb solcher Versorgungseinrichtungen tritt nun häufig das Problem auf, daß mit den übertragenen Impulsen das Kernmaterial des Hochspannungstransformators sukzessive in die magnetische Sättigung getrieben wird, da die Impulse vorzugsweise unipolar sind, d. h. nur spannungserhöhend wirken. Bei den gegebenen hohen Impulsfrequenzen ist der Sättigungszustand rasch erreicht, mit der Folge, daß weitere Impulse nicht mehr oder nur noch in unbefriedigender Qualität auf den Elektroabscheider gelangen und der Wirkungsgrad der Einrichtung abfällt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher in der Bereitstellung eines gattungsgemäßen Verfahrens, welches eine gleichbleibend hohe Qualität der Übertragung der Hochspannungsimpulse gewährleistet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Der Vorteil der offenbarten Lösung beruht in der zyklischen Rückführung der Magnetisierung des Hochspannungstransformators und in der dadurch gewährleisteten ungeschmälernten Übertragung der Hochspannungsimpulse auf den Elektroabscheider.

Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen offenbart. Die Maßnahmen nach Anspruch 2 bzw. 3 bieten den zusätzlichen Vorteil eines Schutzes der Impulserzeugungseinrichtung gegen vom Elektroabscheider über den Hoch-

spannungstransformator zurückschwingende Spannungsgröße.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird die Erfindung nachstehend näher erläutert. Es zeigen :

Fig. 1 eine Einrichtung zur Versorgung eines Elektroabscheiders mit Hochspannungsimpulsen,

Fig. 2 und 3 Diagramme mit den Verläufen von Spannung bzw. Strom des Elektroabscheiders ohne erfindungsgemäße Entmagnetisierung des Hochspannungstransformators,

Fig. 4 und 5 Diagramme mit den Verläufen von Spannung bzw. Strom des Elektroabscheiders mit erfindungsgemäßer Entmagnetisierung des Hochspannungstransformators.

Die in Fig. 1 dargestellte Einrichtung zur Versorgung eines Elektroabscheiders A bezieht ihre Energie aus einem Drehstromnetz mit den Phasen R, S, T. Über steuerbare Gleichrichter G1 bis G6 wird an der Kapazität C1 eine Gleichspannung variabler Höhe erzeugt und durch von der ersten Steuereinheit S1 gesteuertes Zünden des Thyristors T1 an die Primärwicklung W1 des Hochspannungstransformators H gelegt, wodurch in dessen Sekundärwicklung W2 ein Hochspannungsimpuls induziert wird. Dieser gelangt über eine Koppelkapazität C2 an den Elektroabscheider A und überlagert sich der dort über einen Widerstand R2 anliegenden Gleichspannung DC, so daß im Elektroabscheider A zusätzliche Ladungsträger, ohne Ausbildung eines Lichtbogens, erzeugt werden.

Die Diode G7 leitet vom Elektroabscheider A über den Hochspannungstransformator H zurückschwingende Ströme auf die Kapazität C1 ab und dient insofern in bekannter Weise einer Energierückgewinnung und auch einem Schutz des Längsthyristors T1. Weitere konventionelle Schutzmaßnahmen (Reihenschaltung mehrerer Thyristoren, Überwachung der Freiwerdezeit, Schutzzündung, Strombegrenzung durch Drosseln etc.) für den Thyristor T1 sind ebenfalls möglich, aber nicht näher dargestellt.

Die von der ersten Steuereinheit S1 dem Thyristor T1 vorgegebene Zündfrequenz hängt von den Betriebsparametern des Elektroabscheiders A ab, wie etwa der Staubart, der Staubbelastung, dem angestrebten Staubabscheidegrad oder der Gleichspannung DC.

Um die Funktionsweise und das Problem der herkömmlichen Impulserzeugungseinrichtung zu verdeutlichen, wird nun auch auf Fig. 2 und 3 Bezug genommen, wo die Spannung u' und der Strom i' des Elektroabscheiders A für den Fall dargestellt sind, daß die vorgeschlagene Entmagnetisierung des Hochspannungstransformators H noch nicht angewendet wird (für die Messung ist die Quelle der Gleichspannung DC nicht an den Elektroabscheider A bzw. den Widerstand R2 angeschlossen).

Zum Zeitpunkt t_1 wird der Thyristor T1 von der ersten Steuereinheit S1 gezündet und die Primärwicklung W1 des Hochspannungstransformators

H erregt. Der hierdurch in der Sekundärwicklung W2 des Hochspannungstransformators H induzierte Hochspannungsimpuls lädt den kapazitiven wirkenden Elektroabscheider A bis zum Zeitpunkt t2 auf den Spannungswert $\hat{u}$ auf. Anschließend, bis zum Zeitpunkt t3, entlädt sich der Elektroabscheider A zwar wieder ($i' < 0$) über den aus Koppelkondensator C2 und die Sekundärwicklung W2 bestehenden Reihenschwingkreis, jedoch nicht vollständig: Eine Restladung und Restspannung verbleiben auf dem Elektroabscheider A, vor allem deshalb, weil der primärseitig induzierte Entladestrom, der über die Diode G7 auf die Kapazität C1 zurückschwingt, gegen die Spannung an der Kapazität C1 fließen muß.

Demnach ist die Durchflutung des Kerns des Hochspannungstransformators H zwischen den Zeitpunkten t2 und t3 nicht entgegengesetzt gleich der Durchflutung zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 (siehe Fig. 3: $i_2 < i_1$). Deshalb bleibt auch bei Verwendung magnetisch weicher Kernwerkstoffe nach Übertragung des Impulses eine Restmagnetisierung des Kerns des Hochspannungstransformators H zurück und steigert sich mit jedem nachfolgenden Impuls, bis das Kernmaterial magnetisch gesättigt ist und weitere Impulse nicht mehr oder nur noch unzureichend übertragen werden.

Bezugnehmend auf Fig. 4 und 5, in denen die Spannung u und der Strom i des Elektroabscheiders A für den Fall dargestellt sind, daß die vorgeschlagene Entmagnetisierung des Hochspannungstransformators H eingesetzt wird (Messung wieder ohne Gleichspannung DC), wird die Lösung des aufgezeigten Problems beschrieben. Die Unsymmetrie der Durchflutung des Hochspannungstransformators H im Laufe der Übertragung eines Impulses wird beseitigt, indem nach dem Impuls, zumindest nach Rückkehr des Thyristors T1 in den Sperrzustand, zum Zeitpunkt t4 ein z. B. über einen Strombegrenzungswiderstand R1 parallel zur Primärwicklung W1 des Hochspannungstransformators H liegender Thyristor T2 von einer zweiten Steuereinheit S2 aufgrund von Informationen aus der ersten Steuereinheit S1 und/oder Meßsignalen vom Hochspannungstransformator H oder Elektroabscheider A kurzzeitig, d. h. maximal für die Zeit bis zum Beginn des nächsten Impulserzeugungszyklus, in den leitenden Zustand gesteuert wird.

Durch diesen primärseitigen Kurzschluß wird der über den magnetisch angekoppelten Reihenschwingkreis W2, C2 ablaufende Entladevorgang des Elektroabscheiders A bis zum Zeitpunkt t5 vervollständigt, so daß die aufeinanderfolgenden entgegengesetzten Durchflutungen des Kerns dem Betrage nach etwa gleich sind und sich somit in ihrer Wirkung hinsichtlich remanenter Magnetisierung des Hochspannungstransformators H neutralisieren.

Der Zeitpunkt t4, zu dem die Steuereinheit S2 den Thyristor T2 zündet, kann beliebig nahe am Zeitpunkt t3, zu dem der Entladestrom Null wird, liegen. Lediglich aus zeichnerischen Gründen liegt in Fig. 4 und 5 zwischen diesen Zeitpunkten

eine deutliche Spanne. Rein von der Entmagnetisierungsfunktion her könnte der Thyristor T2 sogar schon unmittelbar nach dem Zeitpunkt t2, d. h. nach Rückkehr des Thyristors T1 in den Sperrzustand, gezündet werden, um den Entladevorgang zu unterstützen. Dann würde aber der Teil der dabei zurückschwingenden Energie, der zwischen den Zeitpunkten t2 und t3 sonst auf die Kapazität C1 zurückgeladen wird, durch den über Thyristor T2 und Widerstand R1 bewirkten Kurzschluß der Primärwicklung vernichtet.

Zur Bestimmung des Zündzeitpunktes t4 des Thyristors T2 braucht die Steuereinheit S2 nicht unbedingt Meßsignale von der Hochspannungsseite des Hochspannungstransformators H auszuwerten, um festzustellen, wann der in der Sekundärwicklung W2 fließende Entladestrom des Elektroabscheiders A zu Null wird. Infolge der gegebenen magnetischen Kopplung erfüllt die wesentlich einfachere durchzuführende Messung des primärseitig induzierten Entladestroms denselben Zweck. Da der zurückschwingende Entladestrom zunächst über die Diode G7 fließen muß, genügt sogar eine Überwachung des Stromes durch diese Diode:

Wird er null (Zeitpunkt t3), kann die Steuereinheit S2 den Thyristor T2 zum beschriebenen Zweck zünden (in Fig. 4 und 5 im Zeitpunkt t4).

Die in Fig. 1 dargestellte Verbindung zwischen der ersten Steuereinheit S1 und der zweiten Steuereinheit S2 dient der Synchronisierung der Steuereinheit S2 bezüglich der Steuereinheit S1, um z. B. unzeitgemäße Zündungen des Thyristors T2 auszuschließen oder — bei gegebener Impulsbreite — eine reine Zeitsteuerung von S2 zu betreiben.

Wenn infolge des Energieaufwandes für die Erzeugung von Ladungsträgern im Elektroabscheider A oder infolge ohmscher Verluste der beschriebene Entladevorgang des Elektroabscheiders A trotz Vollständigkeit nicht zu einer symmetrischen Durchflutung des Kerns des Hochspannungstransformators H ausreicht, kann als Zusatzmaßnahme zur Unterstützung der Entmagnetisierung eine permanente Gegendurchflutung des Hochspannungstransformators H in an sich bekannter Weise vorgesehen werden dergestalt, daß eine auf seinem Kern aufgebrachte Tertiärwicklung W3 von einem gegensinnig zur Primärerregung orientierten Gleichstrom, der z. B. in herkömmlicher Weise aus dem Wechselstromnetz gewonnen werden kann (siehe Niederspannungstransformator N, Gleichrichter G9 bis G12, Kapazität C3), durchflossen wird.

Die Steuereinheiten S1 und S2 müssen nicht notwendigerweise in Form getrennter Systeme vorliegen; ihre Zusammenfassung zu einer Zentralsteuereinheit bietet sich in vielen praktischen Fällen an.

Die Vermeidung der magnetischen Sättigung des Hochspannungstransformators H führt zu einer wirkungsvollen Übertragung von Impulsen von der Primärseite des Hochspannungstransformators H auf die Sekundärseite und damit auf den Elektroabscheider A. Ebenso ist dann aber

die Übertragung von Impulsen von der Sekundärseite auf die Primärseite ungeschmälert möglich, so daß insbesondere im Fall von Kurzschlüssen im Elektroabscheider A, speziell bei Überschlügen zwischen den Elektroden, Spannungsschöße auf der Primärseite des Hochspannungstransformators H auftreten können, die vom Längsthyristor T1 ferngehalten werden müssen. Neben den bereits erwähnten konventionellen Schutzmaßnahmen kommt zu diesem Zweck wiederum die Kurzschließung der Primärwicklung W1 in Betracht.

Der Thyristor T3 liegt hierzu z.B. über den Strombegrenzungswiderstand R1 parallel zur Primärwicklung W1. Übersteigt deren Spannung einen kritischen Wert, wird die Durchbruchdiode BOD leitfähig und zündet über den Widerstand R3 und die Diode G8 den Thyristor T3, so daß die Spannung an der Primärwicklung W1 zusammenbricht. Der hierbei durch den Thyristor T3 fließende Strom ist entgegengesetzt zu dem Strom orientiert, den der Thyristor T2 zyklisch zu führen hat. Die Funktionen der Thyristoren T2 und T3 lassen sich also in einem einzigen steuerbaren Halbleiterschaltetelement vereinigen, wenn es bidirektional leitfähig ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Versorgung eines Elektroabscheiders mit Hochspannungsimpulsen, die durch primärseitige Erregung eines sekundärseitig an den Elektroabscheider gekoppelten Hochspannungstransformators mit Hilfe von Gleichspannung erzeugt werden, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zwei Hochspannungsimpulsen, insbesondere zwischen zwei aufeinanderfolgenden Hochspannungsimpulsen und insbesondere unmittelbar nach jedem Hochspannungsimpuls, die Magnetisierung des Hochspannungstransformators (H) durch kurzzeitiges Kurzschließen seiner Primärwicklung (W1) reduziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer primärseitig auftretenden Überspannung, insbesondere im Fall eines Überschlages zwischen den Elektroden des Elektroabscheiders (A), die Primärwicklung (W1) des Hochspannungstransformators (H) kurzgeschlossen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine der Magnetisierung entgegenwirkende zusätzliche Gleichspannungserregung des Hochspannungstransformators (H).

Claims

1. Method for supplying an electrical filter with high-voltage pulses which are generated with the aid of direct voltage by means of primary circuit excitation of a high-voltage transformer coupled on its secondary circuit side to the electrical filter, characterised in that, between two high-voltage pulses, in particular between two consecutive high-voltage pulses and in particular directly after each high-voltage pulse, the magnetisation of the high-voltage transformer (H) is reduced by means of short-time short-circuiting of its primary winding (W1).

2. Method according to claim 1, characterised in that, with an over-voltage occurring in primary circuit, in particular in the case of a flash-over between the electrodes of the electrical filter (A), the primary winding (W1) of the high-voltage transformer (H) is short-circuited.

3. Method according to claim 1, characterised by an additional direct voltage excitation of the high-voltage transformer (H), which excitation counteracts the magnetisation.

Revendications

1. Procédé pour alimenter un séparateur électrostatique avec des impulsions de haute tension qui sont produites par excitation, côté primaire, d'un transformateur à haute tension, dont le côté secondaire est couplé au séparateur électrostatique, au moyen d'une tension continue, caractérisé par le fait qu'entre deux impulsions de haute tension, notamment entre deux impulsions de haute tension successives et notamment directement après chaque impulsion de haute tension, l'aimantation du transformateur à haute tension (H) est réduite en court-circuitant pour une brève durée son enroulement primaire (W1).

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que, dans le cas d'une surtension apparaissant sur le côté primaire, notamment dans le cas d'une décharge disruptive entre les électrodes du séparateur électrostatique (A), l'enroulement primaire (W1) du transformateur à haute tension (H) est court-circuité.

3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par une excitation supplémentaire, agissant en sens opposé de l'aimantation, du transformateur à haute tension (H) à l'aide d'une tension continue.

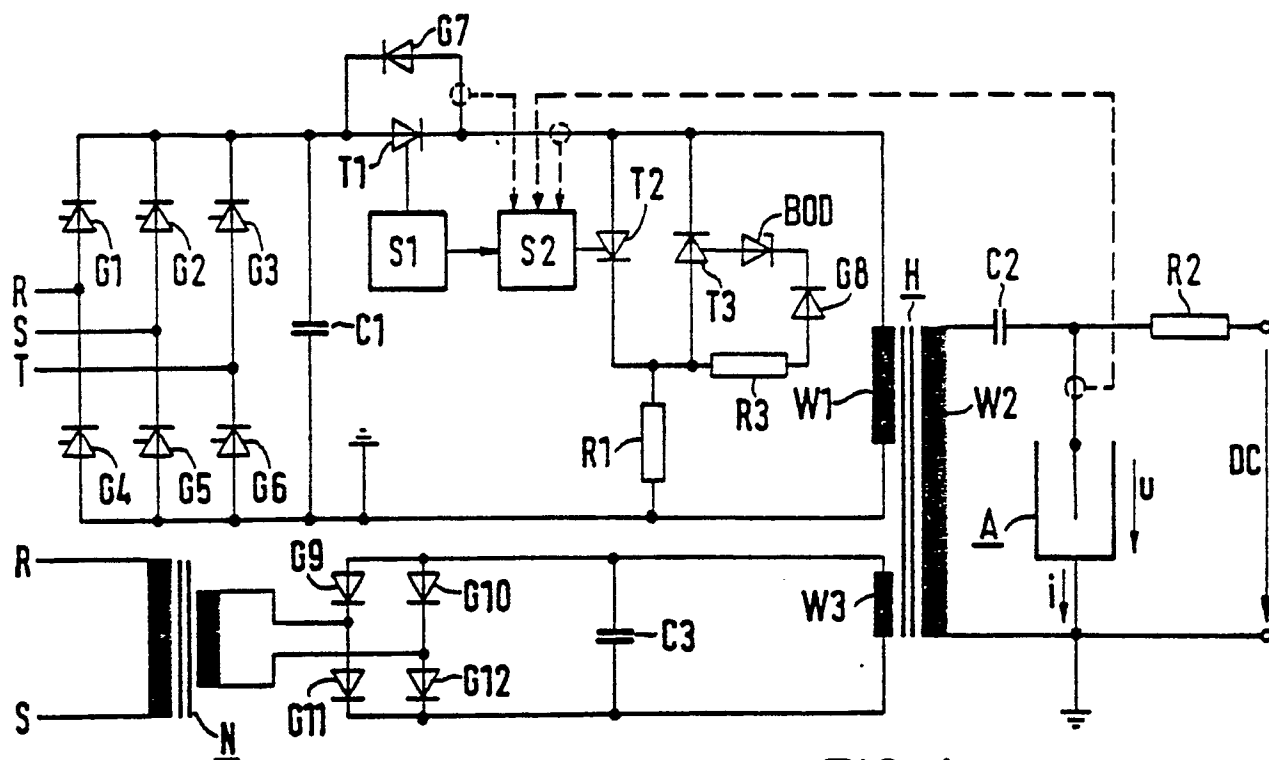


FIG 1

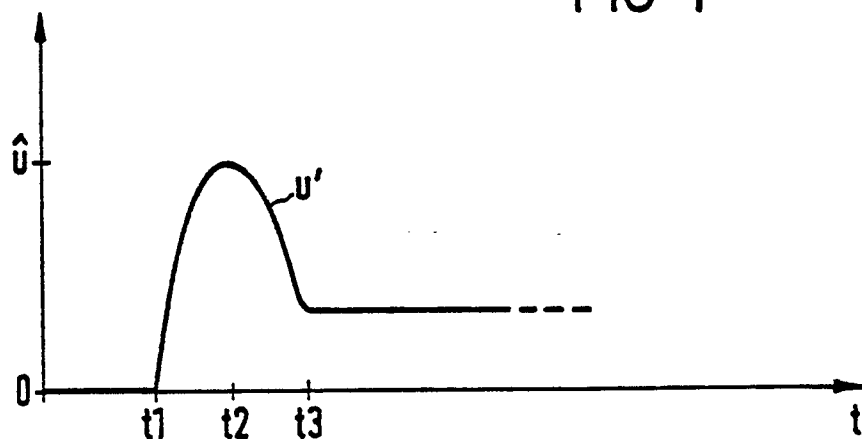


FIG 2

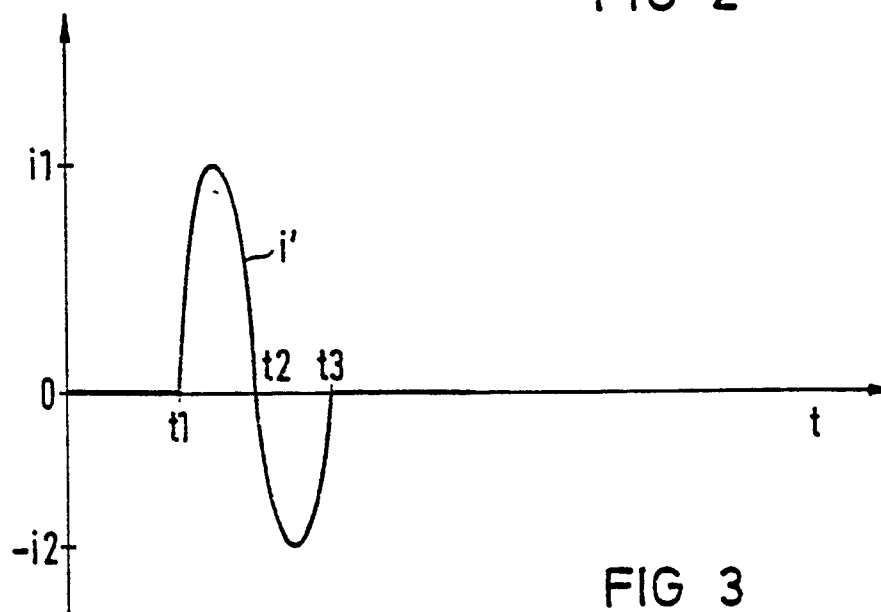


FIG 3

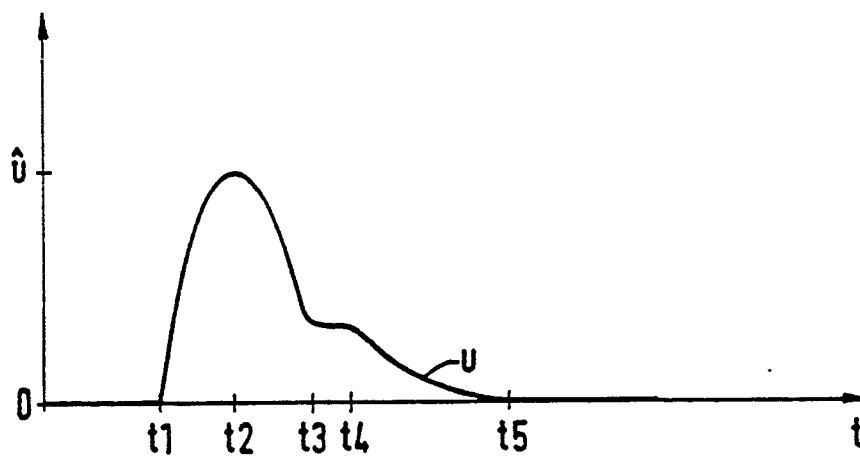


FIG 4

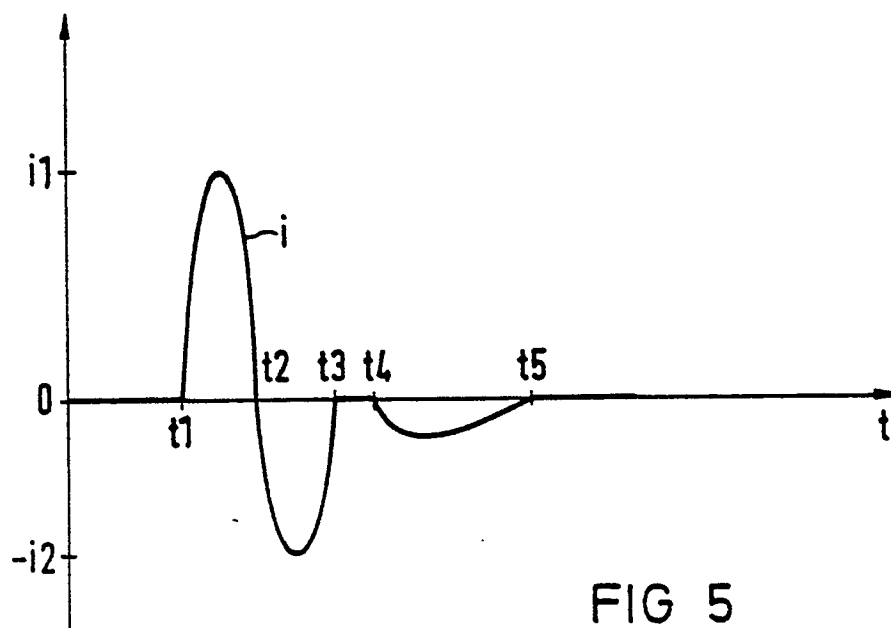


FIG 5