





---

Um eine Vorrichtung (1) zum Schalten von Gleichströmen in einem Pol eines Gleichspannungsnetzes mit zwei Anschlussklemmen (2, 3) zum seriellen Einbinden der Vorrichtung (1) in den Pol, einem sich zwischen den Anschlussklemmen (2, 3) erstreckenden Betriebsstrompfad (4), in dem ein mechanischer Schalter (5) angeordnet ist, einem den mechanischen Schalter (5) überbrückenden Kondensatorzweig (6), in dem ein Kondensator  $C_1$  angeordnet ist, und einem in Reihe zum Kondensator  $C_1$  angeordneten Pulsleistungshalbleiterschalter  $T_1$  zur Entladung des Kondensators  $C_1$ , so dass in einer aus Betriebsstrompfad (4) und Kondensatorzweig (6) gebildeten Masche ein dem Betriebsstrom  $I$  im mechanischen Schalter (5) entgegen gerichteter Impulskreisstrom fließt, zu schaffen, mit der bereits nach kurzer Zeit ein erneuter Schaltvorgang durchgeführt werden kann, wird vorgeschlagen, dass ein den Kondensator  $C_1$  überbrückender Umpolungszweig (9) vorgesehen ist, in dem ein ansteuerbarer Umpolungsleistungshalbleiter  $T_{Z1}$  angeordnet ist.

## Beschreibung

Gleichspannungsschalter zum Schalten einer Kurzunterbrechung

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schalten von Gleichströmen in einem Pol eines Gleichspannungsnetzes mit zwei Anschlussklemmen zum seriellen Einbinden der Vorrichtung in den Pol, einem sich zwischen den Anschlussklemmen erstreckenden Betriebsstrompfad, in dem ein mechanischer Schalter  
10 angeordnet ist, einem den mechanischen Schalter überbrückenden Kondensatorpfad, in dem ein Kondensator angeordnet ist, und einem in Reihe zum Kondensator angeordneten Pulsleistungshalbleiterschalter zur Entladung des Kondensators, so dass in einer aus Betriebsstrompfad und Kondensatorpfad gebildeten Masche ein dem Betriebsstrom in dem mechanischen  
15 Schalter entgegen gerichteter Impulskreisstrom fließt.

Eine solche Vorrichtung ist bereits bekannt und beispielhaft in Figur 1 als Stand der Technik gezeigt. Die dort schematisch verdeutlichte Vorrichtung 1 weist zwei Anschlussklemmen  
20 2 und 3 auf, mit denen die Vorrichtung 1 seriell in einen figurlich nicht dargestellten Pol eines Gleichspannungsnetzes eingefügt werden kann. Zwischen den besagten Anschlussklemmen 2 und 3 erstreckt sich ein Betriebsstrompfad 4, in dem ein  
25 mechanischer Schalter 5 angeordnet ist. Ferner ist ein den mechanischen Schalter 5 überbrückender Kondensatorpfad 6 vorgesehen, in dem ein Kondensator  $C_1$  angeordnet ist. In Reihe zum Kondensator  $C_1$  ist ein Pulsleistungshalbleiterschalter  $T_1$  in dem Kondensatorpfad 6 erkennbar. Darüber hinaus verfügt  
30 der Kondensatorpfad 6 über eine Induktivität  $L_1$ , ebenfalls in Reihe zum Kondensator  $C_1$ . Parallel zum Betriebsstrompfad beziehungsweise parallel zum mechanischen Schalter 5 ist ein Überspannungsableiter 7 geschaltet. Bei der in Figur 1 gezeigten Vorrichtung 1 handelt es sich um eine so genannte  
35 unidirektionale Variante, welche Ströme  $I$  in der in der Figur eingezeichneten Richtungen abschalten kann. Hierzu wird von dem durch den Pulsleistungshalbleiterschalter  $T_1$ , den Kondensator  $C_1$  und die Induktivität  $L_1$  gebildeten Pulsgenerator ein

Stromimpuls durch Zünden des Thyristors  $T_1$  erzeugt. Durch das Zünden wird der Thyristor  $T_1$  leitend, so dass sich der Kondensator  $C_1$  entlädt. Hierbei wird in einer aus dem Kondensatorpfad 6 sowie dem Betriebsstrompfad 4 gebildeten Masche ein  
5 Kreisstrom erzeugt, der dem Betriebsstrom  $I$  im mechanischen Schalter 5 entgegengesetzt ist. Im Zeitpunkt der Zündung des Thyristors  $T_1$  und der Entladung des Kondensators  $C_1$  ist der mechanische Schalter 5 bereits geöffnet, so dass durch den in  
10 Figur 1 eingezeichneten Impulskreisstrom der von den Kontakten des mechanischen Schalters gezogene Lichtbogen gelöscht werden kann. Der Impulskreisstrom fließt über den Thyristor  $T_1$  und lädt den Kondensator  $C_1$  mit entgegengesetzter Polarität auf, bis die Ansprechspannung des Ableiters 7 oder Varistors erreicht ist. Ab diesem Zeitpunkt fließt der Strom  
15 nur noch über den Ableiter 7, welcher eine Abschaltgegenspannung aufbaut, die den Betriebsgleichstrom  $I$  schließlich abschaltet. Nach diesem Schaltvorgang ist der Kondensator  $C_1$  mit einer bezüglich der in Figur 1 gezeigten inversen Polarität aufgeladen, wodurch es nicht möglich ist, bereits nach  
20 kurzer Zeit einen erneuten Schaltvorgang durchzuführen.

Figur 2 zeigt eine ebenfalls bekannte bidirektionale Variante der Vorrichtung, bei der ein zweiter Kondensatorpfad 8 mit einem zweiten Thyristor  $T_2$ , einem zweiten Kondensator  $C_2$  sowie einer zweiten Induktivität  $L_2$  vorgesehen sind. Fließt der  
25 zu schaltende Strom von Anschlussklemme 3 zur Anschlussklemme 2, dient der im zweiten Kondensatorpfad 8 angeordnete Pulsgenerator mit seinen Komponenten  $T_2$ ,  $C_2$  und  $L_2$  zum Erzeugen eines Gegenstroms im mechanischen Schalter 5. Auch bei der bidirektionalen Vorrichtung 1 gemäß Figur 2 ist ein erneuter  
30 Schaltvorgang bereits nach kurzer Zeit nicht möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der bereits nach kurzer  
35 Zeit ein erneuter Schaltvorgang durchgeführt werden kann.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, dass ein den Kondensator überbrückender Umpolungszweig vorgesehen ist, in dem

ein ansteuerbarer Umpolungsleistungshalbleiterschalter angeordnet ist, wobei der Umpolungsleistungshalbleiterschalter so orientiert ist, dass eine Umpolung des Kondensators ermöglicht ist.

5

Die Erfindung basiert auf der Idee, dass die Energie für einen zweiten Abschaltvorgang bereits in der Schaltung enthalten ist. Durch das Hinzufügen eines zweckmäßig orientierten Umpolungsleistungshalbleiterschalters, mit dem der Kondensator des Kondensatorzweiges überbrückt werden kann, kann der Kondensator auf die gewünschte Polarität umschwingen. Die Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass der Pulsleistungshalbleiterschalter im Zeitpunkt der Zündung des Umpolungsleistungshalbleiterschalters sich in seiner Sperrstellung befindet, in der ein Stromfluss über den Pulsleistungshalbleiterschalter unterbrochen ist. Da bei jedem Abschaltvorgang der Kondensator  $C_1$  vom Leitungsstrom  $I$  bis auf die Begrenzungsspannung des Ableiters 7 aufgeladen wird, sind im Rahmen der Erfindung theoretisch unendlich viele solcher Schalthandlungen hintereinander möglich.

Vorteilhafterweise ist in dem Kondensatorpfad eine erste Induktivität  $L_1$  angeordnet. Durch die Anordnung der ersten Induktivität  $L_1$  im Kondensatorpfad wird der Stromanstieg ( $di/dt$ ) beim Zünden des Kondensators  $C_1$  begrenzt. Eine Schädigung des dem Schalter parallel geschalteten Ableiters ist somit weitestgehend vermieden.

Gemäß einer diesbezüglich zweckmäßigen Weiterentwicklung ist in dem Umpolungszweig eine zweite Induktivität  $L_{Z1}$  in Reihe zum Umpolungsleistungshalbleiterschalter angeordnet. Da der Kondensator  $C_1$  nach dem ersten Abschaltvorgang auf die Begrenzungsspannung des Ableiters aufgeladen ist, besteht die Möglichkeit, dass die erste Induktivität  $L_1$ , die in dem Kondensatorzweig angeordnet ist, nicht ausreichend ist, um den Stromanstieg auf ein ausreichendes Maß zu beschränken, so dass Beschädigungen an Komponenten der erfindungsgemäßen Vor-

richtung 1 vermieden sind. Aus diesem Grunde ist in dem Umpolungszweig eine zweite Induktivität  $L_{Z2}$  vorgesehen.

Will man erreichen, dass der Kondensator  $C_1$  nach dem Umladevorgang auf seine Nennspannung aufgeladen ist und nicht auf die Begrenzungsspannung des Ableiters 7, muss der Vorrichtung Energie entzogen werden. Zu diesem Zweck kann es sinnvoll sein, einen zusätzlichen ohmschen Widerstand  $R_{Z1}$  in dem Umpolungszweig in Reihe zum Umpolungsleistungshalbleiterschalter und gegebenenfalls in Reihe zur zweiten Induktivität  $L_{Z1}$  anzuordnen.

Zweckmäßigerweise ist der Kondensatorpfad über einen Ladungswiderstand  $R_V$  mit dem Erdpotenzial oder einem Pol des Gleichspannungsnetzes verbindbar. Der ohmsche Ladungswiderstand  $R_V$  weist einen ausreichend hohen ohmschen Widerstand auf, so dass er auch während des Betriebs an dem Kondensatorzweig angeschlossen bleiben kann und die Verluste möglichst gering sind. Ein sinnvoller Wert liegt beispielsweise zwischen 400 und 600 k $\Omega$ . Abweichend hiervon ist ein mechanischer Schalter zum Verbinden mit dem Kondensatorpfad vorgesehen.

Zweckmäßigerweise ist ein zweiter Kondensatorzweig mit einem zweiten Kondensator  $C_2$  und einem zweiten Pulsleistungshalbleiterschalter  $T_2$  vorgesehen, wobei ein zweiter Umpolungszweig mit einem zweiten Umpolungsleistungshalbleiterschalter  $T_{Z2}$  vorgesehen ist. Gemäß dieser vorteilhaften Weiterentwicklung ist eine bidirektionale Schaltung bereitgestellt.

Gemäß zweckmäßiger Weiterentwicklung der Erfindung ist dem oder jedem mechanischen Schalter des Betriebsstromzweiges eine Entlastungsdiode parallel geschaltet. Die dem Schalter parallel geschaltete Entlastungsdiode kann den mechanischen Schalter bei der Verfestigung seiner Isolationsstrecke entlasten. Aufgrund dieser Entlastungsdiode kann sich die Isolationsstrecke im mechanischen Schalter sicher verfestigen und der mechanische Schalter anschließend problemlos die Spannung aufnehmen.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figuren der Zeichnung, wobei gleiche Bezugszeichen auf gleich wirkende Bauteile verweisen und wobei

- Figuren 1 und 2 eine Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik und
- Figuren 3 bis 7 Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung verdeutlichen.

Die Figuren 1 und 2 wurden bereits als Vorrichtungen 1 gemäß dem Stand der Technik in der Beschreibungseinleitung gewürdigt.

Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1, die wieder zwei Anschlussklemmen 2 und 3 aufweist, mit denen die Vorrichtung 1 seriell in einen Pol eines Gleichspannungsschalters eingefügt werden kann. Zwischen den Anschlussklemmen 2 und 3 erstreckt sich ein Betriebsstrompfad 4, in dem ein mechanischer Schalter 5 angeordnet ist. Der Schalter 5, beispielsweise ein schnell schaltender Vakuumschalter, wird von einem Kondensatorpfad 6 überbrückt, in dem ein Kondensator  $C_1$  und in Reihe dazu eine Induktivität  $L_1$  in Gestalt einer Spule oder Drossel angeordnet ist. In Reihe zum Kondensator  $C_1$  ist ein Thyristor  $T_1$  als Pulsleistungshalbleiterschalter angeordnet. In Parallelschaltung zur Reihenschaltung aus Kondensator  $C_1$  und Induktivität  $L_1$  ist ein Umpolungsleistungshalbleiterschalter  $T_{Z1}$  angeordnet, der hier als Thyristor ausgestaltet ist. Durch den Umpolungszweig 9 ist der Kondensator  $C_1$  überbrückbar. Wieder parallel zum mechanischen Schalter 5 ist ein Ableiter 7 geschaltet. Wie bereits eingangs erläutert wurde, bilden der Thyristor  $T_1$ , der Kondensator  $C_1$  und die Induktivität  $L_1$  einen Pulsgenerator aus. Durch Zünden des Thyristors  $T_1$  wird der Kondensator  $C_1$  entladen und erzeugt einen Stromimpuls, so dass in der aus Be-

triebsstrompfad 4 und Kondensatorzweig 6 gebildeten Masche ein Impulskreisstrom erzeugt wird, der dem Betriebsstrom I im Schalter 5 entgegengerichtet ist. Ein durch die Kontakte des mechanischen Schalters 5 gezogener Lichtbogen kann so gelöscht werden. Der über den Thyristor  $T_1$  fließende Impulskreisstrom führt schließlich zu einer Aufladung des Kondensators  $C_1$  mit entgegengesetzter Polarität, bis die Ansprechspannung des Ableiters 7 erreicht ist. Die Induktivität  $L_1$  dient zur Begrenzung des Stromanstieges bei der Entladung des Kondensators  $C_1$ . Um möglichst schnell erneut schalten zu können, wird der Kondensator  $C_1$  im Rahmen der Erfindung umgepolt. Hierzu wird nach dem der Pulsleistungshalbleiterschalter  $T_1$  seine Sperrstellung erreicht hat, der Umpolungsleistungshalbleiter  $T_{z1}$  gezündet. Hieraufhin kommt es zur Umpolung des Kondensators  $C_1$ , so dass dieser wieder die in Figur 3 gezeigte Polarität aufweist. Anschließend kann eine erneute Schalthandlung durchgeführt werden.

Figur 4 unterscheidet sich von dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel dadurch, dass in dem Umpolungszweig 9 eine zweite Induktivität  $L_{z1}$  sowie ein ohmscher Widerstand  $R_{z1}$  angeordnet sind. Diese dienen zur Begrenzung der Stromanstiegs- geschwindigkeit sowie dazu, den Kondensator  $C_1$  lediglich auf die Nennspannung, also die Netzspannung, aufzuladen, wobei die überflüssige Energie an dem ohmschen Widerstand  $R_{z1}$  abgebaut wird.

Figur 5 unterscheidet sich von dem in Figur 4 gezeigten Ausführungsbeispiel dadurch, dass ein ohmscher Ladungswiderstand  $R_v$  vorgesehen ist. Der Ladungswiderstand  $R_v$  ist auf der einen Seite mit dem Erdpotenzial und auf seiner vom Erdpotenzial abgewandten Seite mit dem Potenzialpunkt zwischen dem Thyristor  $T_1$  und dem Kondensator  $C_1$  verbunden. Die Aufladung des Kondensators  $C_1$  vom Erdpotenzial aus ist mit einem sehr großen Aufwand verknüpft. Aus diesem Grunde wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, den Kondensator  $C_1$  durch das Gleichspannungsnetz aufzuladen. Dies wird mit Hilfe des Ladewiderstandes  $R_v$  ermöglicht. Der Wert des Ladewiderstandes  $R_v$  ist sehr groß zu

wählen, um die Verluste und dessen Einfluss auf das Gleichspannungsnetz möglichst gering zu halten. Sinnvolle Werte für den Ladewiderstand  $R_V$  liegen zwischen  $R_V = 400 \text{ k}\Omega$  und  $R_V = 600 \text{ k}\Omega$ . Für die Vorladung des Kondensators  $C_1$  auf diese Weise  
5 sind figürlich nicht dargestellte mechanische Trennschalter zweckmäßig, über die die Anschlussklemmen 2 beziehungsweise 3 jeweils mit dem Pol des Gleichspannungsnetzes verbunden sind. Beim Laden des Kondensators  $C_1$  ist der mechanische Schalter 5 geschlossen.

10

Erst nach dem der Kondensator  $C_1$  vollständig aufgeladen ist, kann die Vorrichtung 1 über die nicht gezeigten Trenner mit dem Pol der Gleichspannungsleitung verbunden werden, wobei sofort die Abschaltfähigkeit bereitgestellt ist.

15

Eine solche Vorladung über einen Ladewiderstand  $R_V$  kann selbstverständlich auch bei einer bidirektionalen Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung umgesetzt werden, wobei zwei Kondensatorzweige mit jeweils einem Kondensator und ei-  
20 nem Pulsleistungshalbleiterschalter vorgesehen sind und wobei die Pulsleistungshalbleiterschalter gegensinnig zueinander orientiert und die Kondensatoren  $C_1$  beziehungsweise  $C_2$  entgegengesetzt zueinander polarisiert sind. Auf die bidirektionale Variante des Schalters wird später noch genauer eingegan-  
25 gen werden.

Wie bereits oben weiter diskutiert wurde, kann der mechanische Schalter 5 nach dem Löschen des Lichtbogens durch die Erzeugung eines Stromimpulses mit einer hohen transienten  
30 Wiederkehrspannung beaufschlagt werden. Diese transiente Wiederkehrspannung und vor allen Dingen die Anstiegsrate dieser Spannung können sehr große Werte annehmen. Diese transiente Wiederkehrspannung steht einer Wiederverfestigung der Isolationsstrecke im mechanischen Schalter entgegen und kann gege-  
35 benenfalls für eine Wiederezündung des Lichtbogens zwischen den Kontakten des mechanischen Schalters 5 sorgen. Um den mechanischen Schalter 5 während der Verfestigung seiner Isolationsstrecke zu entlasten, ist es zweckmäßig, dem mechani-

schen Schalter eine Diode, also eine Entlastungsdiode, parallel zu schalten. Eine solche Variante der Erfindung ist in Figur 6 gezeigt. Ganz allgemein ist jede Entlastungsdiode so orientiert, dass die transiente Wiederkehrspannung abgebaut werden kann, der Aufbau einer Gegenspannung jedoch ermöglicht ist. Aufgrund der in Figur 6 gezeigten Entlastungsdiode  $D_1$  kann die Isolationsstrecke des mechanischen Schalters 5 sicher verfestigt werden und anschließend problemlos die erforderlichen Spannungen aufnehmen. Als mechanische Schalter 5 kommen beispielsweise eine Vakuumschaltröhre oder eine Reihenschaltung von Vakuumschaltröhren in Betracht. Selbstverständlich sind auch gasisolierte Schalter im Rahmen der Erfindung einsetzbar.

Figur 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1, wobei eine bidirektionale Variante gezeigt ist. Bei der bidirektionalen Variante umfasst die erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 einen zweiten mechanischen Schalter 10 in Reihe zum ersten mechanischen Schalter 5. Bei den mechanischen Schaltern 5, 10 ist wieder zur Vermeidung von transienten Wiederkehrspannungen eine Entlastungsdiode  $D_1$  beziehungsweise  $D_2$  parallel geschaltet. Der Reihenschaltung beider Schalter 5, 10 ist ein einziger Ableiter 7 parallel geschaltet. Zum Abschalten eines Stromes, der von der Anschlussklemme 3 zur Anschlussklemme 2 fließt, ist ein zweiter Kondensatorzweig 11 vorgesehen, in dem ein zweiter Kondensator  $C_2$  sowie in Reihe dazu eine zweite Induktivität  $L_2$  angeordnet sind. Darüber hinaus ist ein zweiter Umpolungszweig  $L_2$  erkennbar, in dem ein zweiter Umpolungsleistungshalbleiterschalter  $T_{z2}$  angeordnet ist. Wie bereits eingangs erläutert wurde, kann auch in dem zweiten Umpolungszweig 12 in Reihe zum Umpolungsleistungshalbleiterschalter  $T_{z2}$  eine Induktivität  $L_{z2}$  sowie ein ohmscher Widerstand  $R_{z2}$  angeordnet sein, die jedoch figürlich nicht dargestellt sind. Mit Hilfe dieser Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 können Ströme in beiden Richtungen sowohl geführt als auch abgeschaltet werden. Zum Laden des zweiten Kondensators  $C_2$  wäre gegebenenfalls ein zweiter Vorladungswiderstand vorzusehen,

der auf einer Seite mit dem Erdpotenzial oder mit dem anderen Pol des Gleichspannungsnetzes und auf seiner anderen Seite mit dem Potenzialpunkt zwischen dem Umpolungsleistungshalbleiterschalter  $T_{z2}$  und dem Pulsleistungshalbleiterschalter  $T_2$  verbunden ist.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Schalten von Gleichströmen in einem Pol eines Gleichspannungsnetzes mit

- 5 - zwei Anschlussklemmen (2,3) zum seriellen Einbinden der Vorrichtung (1) in den Pol,  
- einem sich zwischen den Anschlussklemmen (2,3) erstreckenden Betriebsstrompfad (4), in dem ein mechanischer Schalter (5) angeordnet ist,  
10 - einem den mechanischen Schalter (5) überbrückenden Kondensatorzweig (6), in dem ein Kondensator  $C_1$  angeordnet ist, und  
- einem in Reihe zum Kondensator  $C_1$  angeordneten Pulsleistungshalbleiterschalter  $T_1$  zur Entladung des Kondensators  $C_1$ ,  
so dass in einer aus Betriebsstrompfad (4) und Kondensatorzweig (6) gebildeten Masche ein dem Betriebsstrom  $I$  im mechanischen Schalter (5) entgegen gerichteter Impulskreisstrom fließt,  
15  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
ein den Kondensator  $C_1$  überbrückender Umpolungszweig (9) vorgesehen ist, in dem ein ansteuerbarer Umpolungsleistungshalbleiterschalter  $T_{z1}$  angeordnet ist.  
20

2. Vorrichtung (1) 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  
25 in dem Kondensatorzweig (6) eine erste Induktivität  $L_1$  angeordnet ist.

3. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
30 in dem Umpolungszweig (6) eine zweite Induktivität  $L_{z1}$  in Reihe zum Umpolungsleistungshalbleiterschalter  $T_{z1}$  angeordnet ist.

4. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

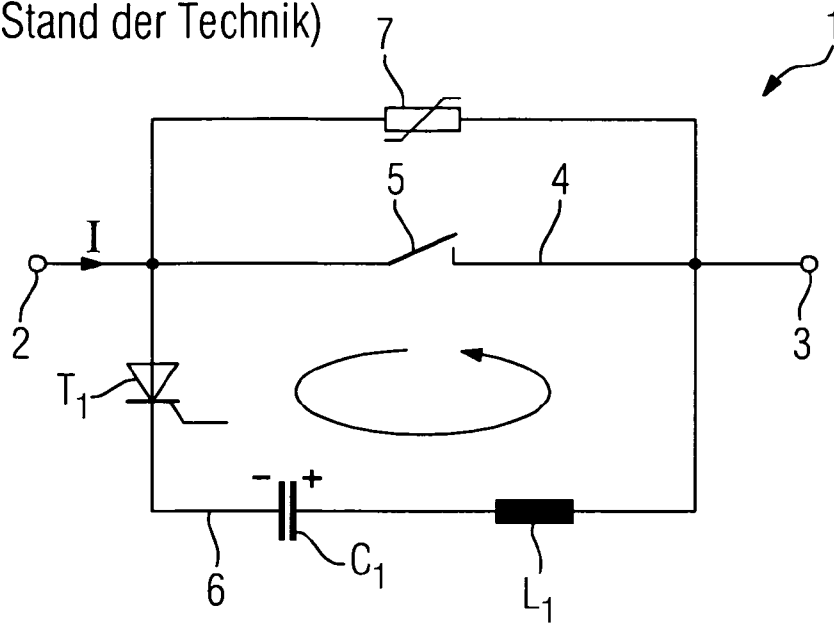
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass  
35 in dem Umpolungszweig (9) ein ohmscher Widerstand  $R_{z1}$  angeordnet ist.

5. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensatorzweig (6) über einen Ladungswiderstand  $R_V$  mit dem Erdpotenzial oder einem anderen Pol des Gleichspannungsnetzes verbindbar ist.

6. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Kondensatorzweig (11) mit einem zweiten Kondensator  $C_2$  und einem zweiten Pulsleistungshalbleiterschalter  $T_Z$  vorgesehen sind, wobei ein zweiter Umpolungszweig (12) mit einem zweiten Umpolleistungshalbleiterschalter  $T_{Z2}$  vorgesehen ist.

7. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedem mechanischen Schalter (5) des Betriebsstrompfades (4) eine Entlastungsdiode  $D_1$  parallel geschaltet ist.

**FIG 1**  
(Stand der Technik)



**FIG 2**  
(Stand der Technik)

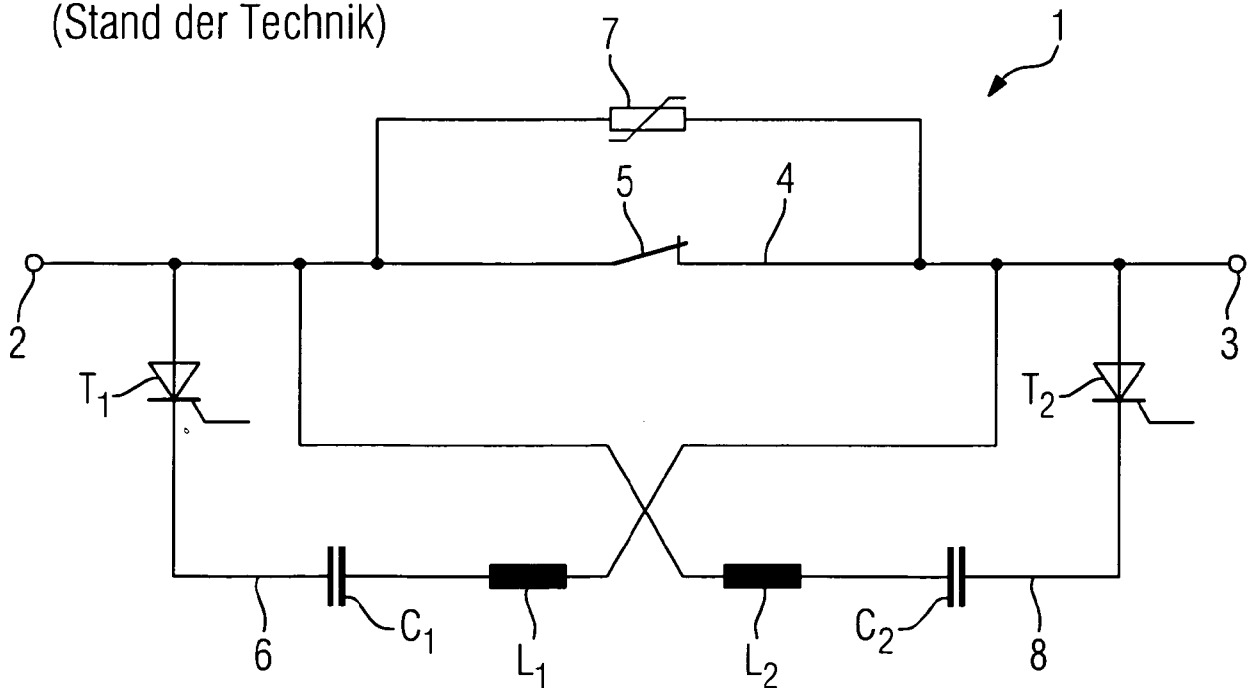


FIG 3

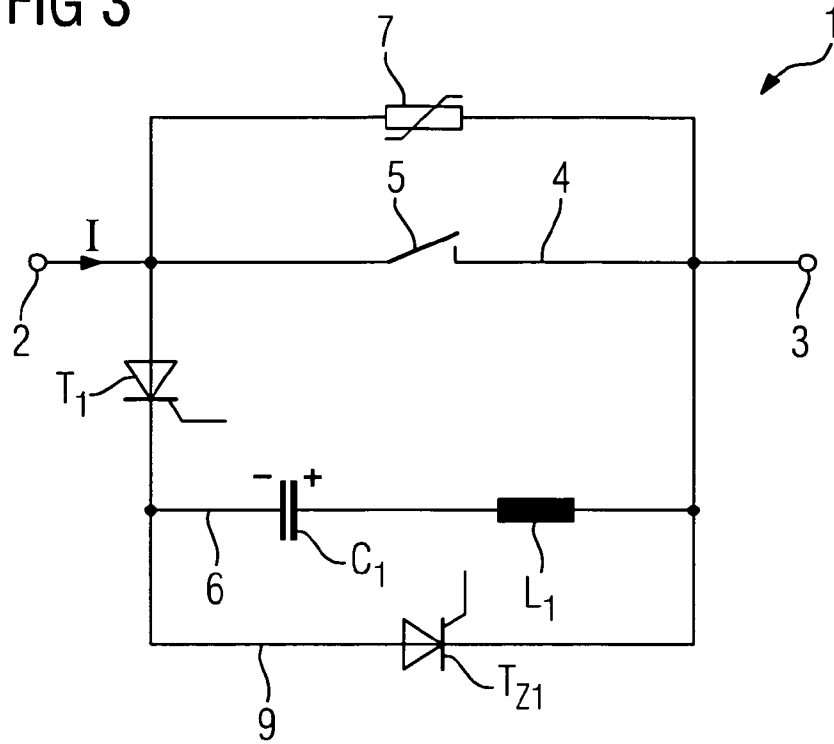


FIG 4

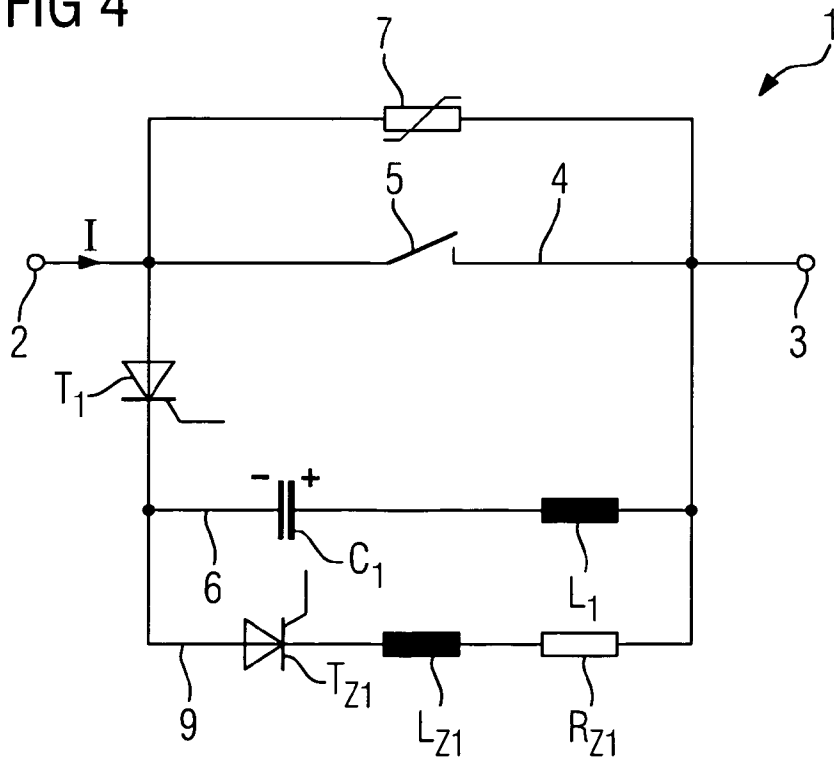


FIG 5

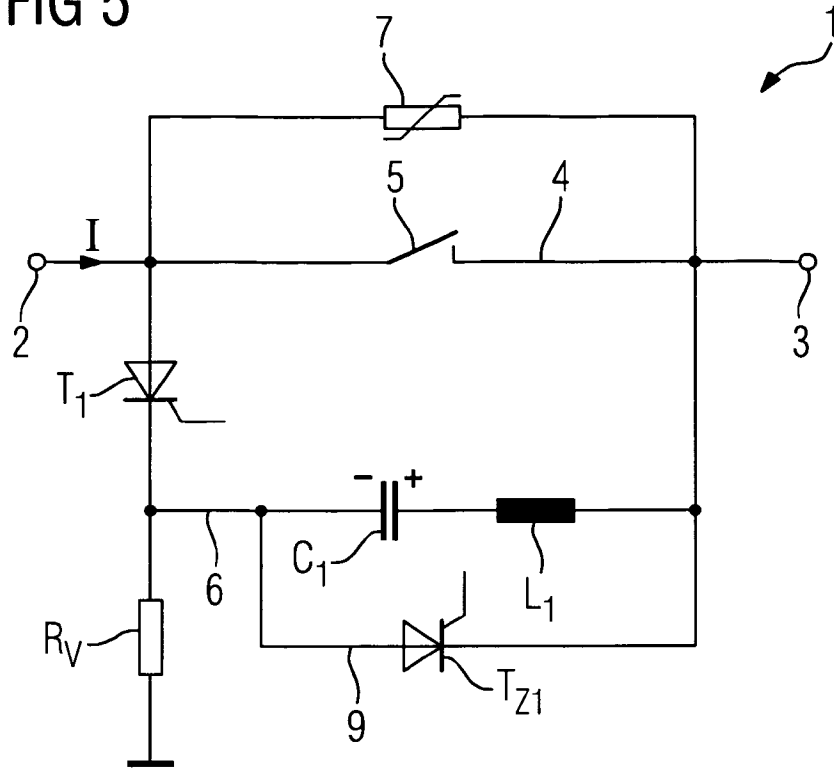


FIG 6

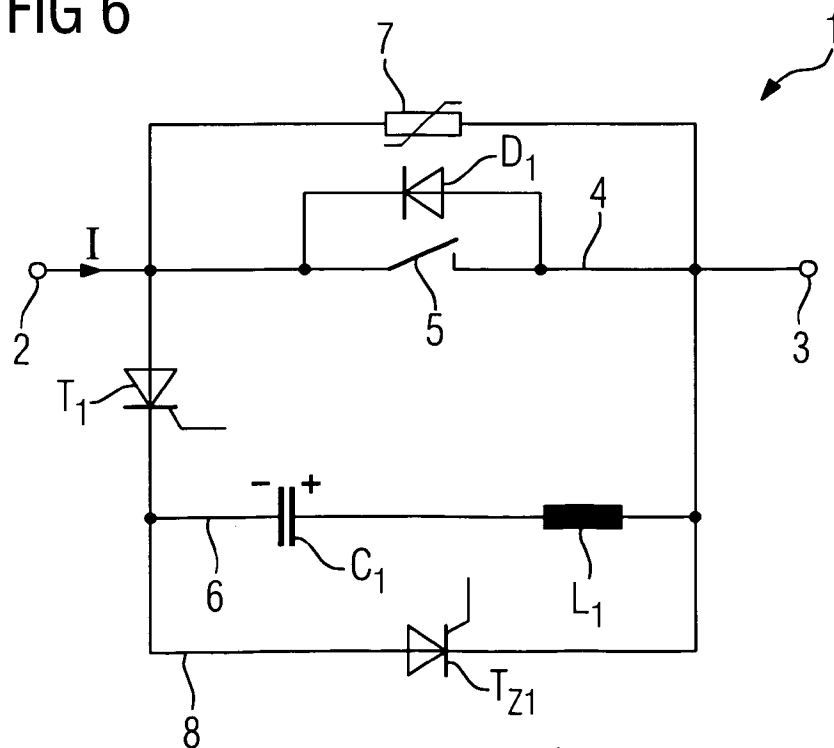
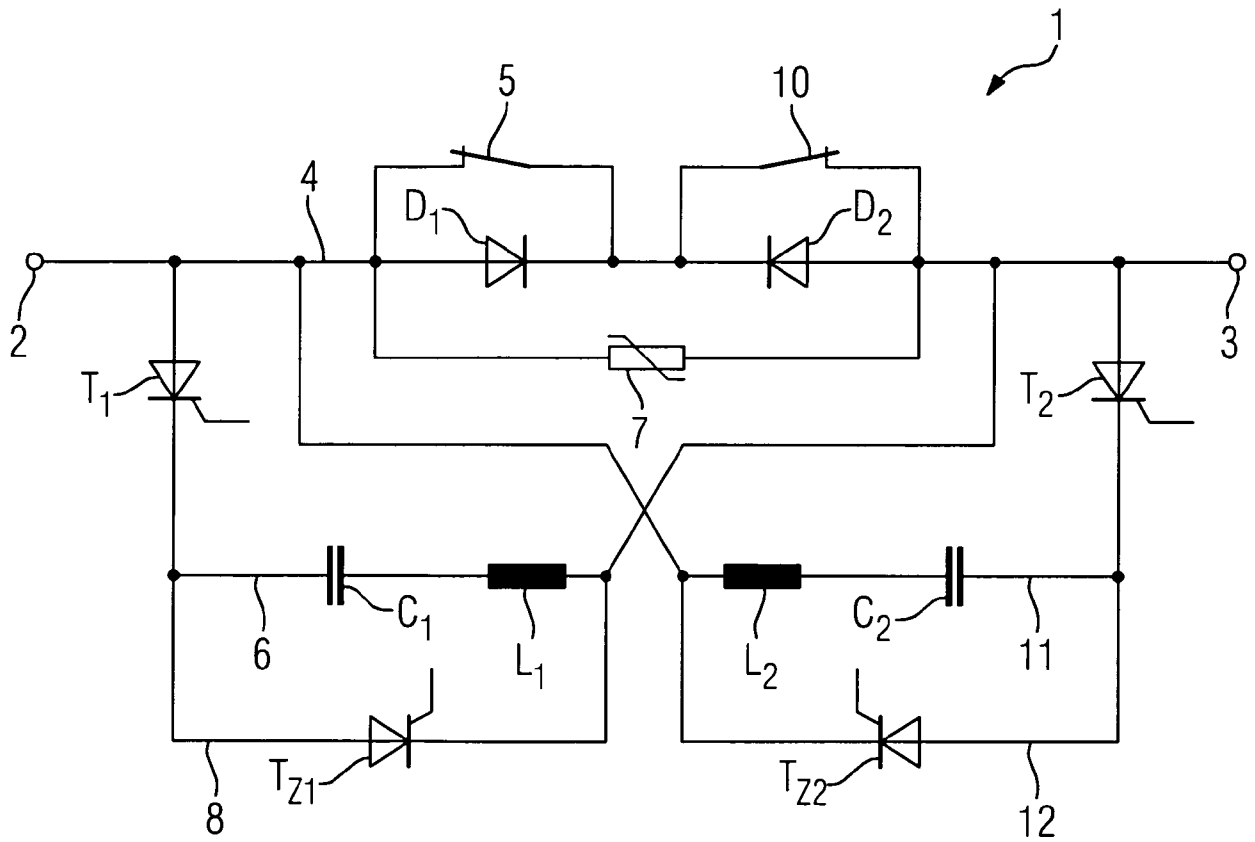


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/051642

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H03K17/00  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H03K  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 538 645 A1 (TECHNICATOME [FR]) 8 June 2005 (2005-06-08) paragraphs [0046] - [0057]; figures 2-3A -----	1-7
A	DE 10 2007 042903 A1 (BAMMERT JOERG [DE]) 8 January 2009 (2009-01-08) paragraphs [0030] - [0042] -----	1-7
A	DE 20 2012 100024 U1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]) 2 April 2012 (2012-04-02) paragraphs [0028] - [0030]; figure 2 -----	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  14 May 2013	Date of mailing of the international search report  22/05/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Villafuerte Abrego

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/051642

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1538645	A1	08-06-2005	AT 319177 T 15-03-2006
			CN 1617281 A 18-05-2005
			DE 60303773 T2 21-09-2006
			EP 1538645 A1 08-06-2005
			ES 2259409 T3 01-10-2006
			RU 2338287 C2 10-11-2008
			US 2005146814 A1 07-07-2005
-----			
DE 102007042903	A1	08-01-2009	NONE
-----			
DE 202012100024	U1	02-04-2012	NONE
-----			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H03K17/00  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 H03K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 538 645 A1 (TECHNICATOME [FR]) 8. Juni 2005 (2005-06-08) Absätze [0046] - [0057]; Abbildungen 2-3A -----	1-7
A	DE 10 2007 042903 A1 (BAMMERT JOERG [DE]) 8. Januar 2009 (2009-01-08) Absätze [0030] - [0042] -----	1-7
A	DE 20 2012 100024 U1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]) 2. April 2012 (2012-04-02) Absätze [0028] - [0030]; Abbildung 2 -----	1-7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Mai 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/05/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Villafuerte Abrego

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/051642

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1538645	A1	08-06-2005	AT 319177 T
			15-03-2006
			CN 1617281 A
			18-05-2005
			DE 60303773 T2
			21-09-2006
			EP 1538645 A1
			08-06-2005
			ES 2259409 T3
			01-10-2006
			RU 2338287 C2
			10-11-2008
			US 2005146814 A1
			07-07-2005
-----			
DE 102007042903	A1	08-01-2009	KEINE
-----			
DE 202012100024	U1	02-04-2012	KEINE
-----			