



Erfolgspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

11

620 064

21 Gesuchsnummer: 12695/77

73 Inhaber:  
Loher GmbH Elektromotorenwerke,  
Ruhstorf/Rott (DE)

22 Anmeldungsdatum: 18.10.1977

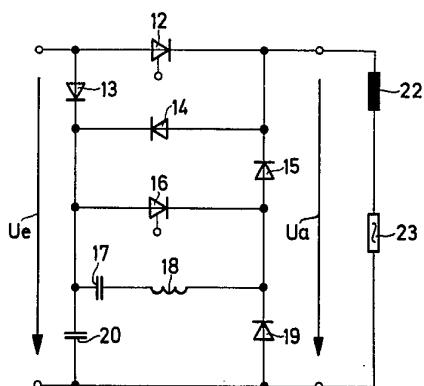
72 Erfinder:  
Alois Rothmeier, Afterhause (DE)

24 Patent erteilt: 31.10.1980

74 Vertreter:  
Bovard & Cie., Bern

54 Gleichstromsteller, insbesondere für einen statischen Umformer zum Betrieb von Drehstromasynchronmotoren.

57 In Reihe zum Verbraucher (23) ist eine Induktivität (22) und ein Hauptthyristor (12) geschaltet. Zur genannten Reihenschaltung ist eine aus einer Diode (13) und einem Kondensator (20) bestehende Reihenschaltung parallel geschaltet. Zwischen dem Verbindungspunkt zwischen dieser Diode (13) und dem Kondensator (20) und der Kathode des Hauptthyristors (12) ist eine weitere Diode (14) sowie die Reihenschaltung aus einem Löschthyristor (16) und einer zusätzlichen Diode (15) geschaltet. Parallel zum Löschthyristor (16) liegt ein aus einem weiteren Kondensator (17) und einer Spule (18) bestehender Reihenschwingkreis. Die Kathode einer Freilaufdiode (19) ist an die Kathode des Löschthyristors (16) und die Anode der Freilaufdiode (19) an die negative Anschlussklemme der Versorgungsgleichspannung angeschlossen. Die Diode (13) verhindert, dass der Kondensator (20) durch Versorgungsspannungseinbrüche entladen wird, so dass die volle Ladungsenergie dieses Kondensators (20) für den Löschvorgang des Hauptthyristors (12) zur Verfügung steht.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Gleichstromsteller, insbesondere für einen statischen Umformer zum Betrieb von Drehstromasynchronmotoren, mit einem Hauptthyristor (12), einem Löschthyristor (16) und wenigstens einer an den Hauptthyristor angeschlossene Diode (14), wobei parallel zur genannten Diode eine zweite Diode (15) in Serie mit dem Löschthyristor liegt, über den ein aus einer Induktivität (18) und einem Kondensator (17) bestehender Reihenschwingkreis angeschlossen und die Kathode des Löschthyristors mit einer Freilaufdiode (19) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Anode des Hauptthyristors (12) und der Kathode der erstgenannten Diode (14) eine dritte Diode (13) liegt, deren Anode mit der Anode des Hauptthyristors verbunden ist, dass die Kathode der dritten Diode (13) mit der Kathode der erstgenannten Diode (14) und der Anode des Löschthyristors (16) einen gemeinsamen Punkt bildet und dass zwischen dem genannten gemeinsamen Punkt und der Anode der Freilaufdiode (19) ein zweiter Kondensator (20) liegt.

2. Gleichstromsteller nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwecks zeitlicher Verlangsamung des Entladevorganges in Serie zum zweiten Kondensator (20) ein Widerstand (24) eingefügt ist.

3. Gleichstromsteller nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwecks Anpassung des Entladevorganges an die übrigen Erfordernisse der Schaltung der Widerstand (24) in seinem Wert veränderbar ist.

4. Gleichstromsteller nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zu dem Widerstand (24) eine Diode (25) parallel geschaltet ist, so dass der Entladevorgang verlangsamt bleibt, der Aufladevorgang hingegen nicht.

die Lösung des Hauptthyristors in einwandfreier Weise durchgeführt wird.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die kennzeichnenden Merkmale im Patentanspruch 1.

5. Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen 2 bis 4 sowie der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung; in der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 schematisch einen bekannten Gleichstromsteller,  
10 Fig. 2 eine verbesserte, ebenfalls bekannte Schaltung eines Gleichstromstellers;

Fig. 3 einen gemäss der Erfindung ausgebildeten Gleichstromsteller;

15 Fig. 4 eine Zusatzbeschaltung zu dem erfindungsgemäss vorhandenen Kondensator 20 zum Zwecke verbesserter Lade- und Entladeeigenschaften.

In Fig. 1 ist eine bekannte Anordnung im Prinzip dargestellt. Dabei wird der Kondensator 3 durch Zünden des Thyristors 2 umgeladen. Der Umladestrom ruft in Thyristor 1 einen Strom entgegengesetzt zur Durchlassrichtung hervor, wodurch der Thyristor 1 verlischt.

Der Löschvorgang kann nur dann vonstatten gehen, wenn der Kondensator 3 zum Zeitpunkt des Zündens von Thyristor 2 mit der vorgesehenen Polarität aufgeladen ist, was das Vorhandensein einer weiteren Einrichtung zum Aufladen dieses Kondensators voraussetzt.

Fig. 2 zeigt eine bekannte Gleichstromstellerschaltung, die eine Nachladeeinrichtung in Form einer Drossel 7 aufweist. Im Einzelnen ist bei der Schaltung gemäss Fig. 2 parallel zum

30 Hauptthyristor 4 eine Serienschaltung eines Löschthyristors 5 und einer Diode 6 vorgesehen. Ferner liegt an der Kathode des Löschthyristors 5 eine Freilaufdiode 10 und parallel zum Löschthyristor 5 ein Serienschwingkreis, bestehend aus einem Kondensator 8 und einer Drossel 7. Zum Hauptthyristor 4 ist

35 schliesslich noch eine Diode 9 antiparallel geschaltet. Die Diode 9 hat die Aufgabe, zusammen mit der Diode 6 den Schwingkreisstrom des einmal angeregten Schwingkreises 7 und 8 aufrechtzuerhalten, bis der Kondensator 8 wieder aufgeladen ist. Die Diode 6 verhindert, dass der Kondensator 8 über

40 den Hauptthyristor 4 entladen wird. Bei der Schaltung gemäss Fig. 2 wird der Umladestrom über einen Schwingkreis geführt, dessen Kondensator aus dem Umschwingstrom selbsttätig wieder aufgeladen wird, wodurch die Betriebsbereitschaft für das Löschen sofort am Ende jedes Löschvorganges vorhanden ist.

45 Damit der im Hauptthyristor 4 fließende Strom von der aus Löschthyristor 5, Drossel 7 und Kondensator 8 bestehenden Löscheinrichtung überhaupt übernommen werden kann, muss die Ladung von Kondensator 8 entsprechend hoch sein. Damit der Löschvorgang die zur Lösung der Thyristoren 4 und 5 erforderliche Freiwerdezeit zeitlich überdauert, muss der Löschvorgang genügend lang sein.

Der Scheitelwert des Umschwingstromes errechnet sich zu

$$55 \quad i = U_C \sqrt{\frac{C}{L}} \quad (1)$$

Die Schonzeit des Hauptthyristors 4 und des Löschthyristors 5 errechnet sich aus:

$$arc \sin \frac{I_L}{U_C} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (2)$$

Darin bedeuten:

$t_s$  = Schonzeit für Thyristor 4 und Thyristor 5

$i$  = Scheitelwert des Umschwingstromes

$U_C$  = Spannung des Kondensators 8

65  $C$  = Kapazität 8

$L$  = Induktivität 7

$I_L$  = Strom durch Hauptthyristor 4 zu Beginn des Löschvorganges

Man ersieht daraus:

Der Scheitelwert des Umschwingstromes ist direkt proportional der Kondensatorspannung. Je grösser der Strom durch den Hauptthyristor 4 zu Beginn des Löschvorganges und je geringer die Spannung  $U_C$  ist, um so geringer ist die Schonzeit.

Bei der Auslegung der Schaltung ist darauf zu achten, dass die am Kondensator 8 anliegende Spannung eine bestimmte untere Spannungsgrenze nicht unterschreitet und der durch den Hauptthyristor 4 fliessende Strom einen Maximalwert nicht überschreitet; letzteres davon ausgehend, dass am Kondensator 8 der untere Spannungswert erreicht ist.

Eine Anordnung wie in Fig. 2 dargestellt, hat folgende Nachteile:

Die Löschung für den Hauptthyristor 4 beginnt frühestens dann, wenn der Strom im Schwingkreis 7 und 8 umzukehren beginnt. Unter der Voraussetzung, dass der Schwingkreisstrom eine volle Periode dauert, bedeutet das, dass der Löschvorgang erst zu Beginn der zweiten Halbperiode einsetzt.

Die Gegenspannung am Hauptthyristor 4 ist infolge der antiparallelen Diode 9 sehr gering. Bei einer höheren Gegen- spannung wäre die Zeitdauer für die Ausräumung der Ladungsträger, die sogenannte Freiwerdezeit kürzer.

Bei hohen Verbraucherströmen kann die Eingangsspannung  $U_e$  absinken, insbesonders dann, wenn der Eingang durch Entstörmaßnahmen verdrosselt ist.

Das Absinken der Eingangsspannung hat zur Folge, dass der Kondensator 8 nach einem Verfahren gemäss Fig. 2 ebenfalls teilweise entladen wird. Dadurch ist nicht mehr gewährleistet, dass zu Beginn des Löschvorganges die notwendige Kondensatorspannung vorhanden ist, und aus diesem Grund der durch den Hauptthyristor 4 fliessende Strom nicht abkommuniert wird.

Verfahren dieser Art sind bekannt, z. B. aus der DOS 2 301 199 und der DOS 2 410 964.

Hier setzt nun die Erfindung ein, die die Entladung des Löschkreiskondensators verhindert, und die damit verbundenen Nachteile vermeidet, ohne dabei den wirtschaftlichen Rahmen zu verlassen.

Nach Fig. 3 ist parallel zum Hauptthyristor 12 eine Anti-Reihenschaltung bestehend aus einer Diode 13 und einer Diode 14 angebracht ist, wobei die Anode von Diode 13 mit der Anode von Hauptthyristor 12 verbunden ist, dessen Kathode an dem gemeinsamen Punkt von Kathode einer Diode 15 und Anode der Diode 14 liegt. Die Kathode der Diode 14 ist mit der Anode des Löschthyristors 16 und mit den positiven Belägen der Kondensatoren 17 und 20 verbunden. Parallel zur Diode 14 liegt die Reihenschaltung aus einem Löschthyristor 16 und der Diode 15. Zwischen Anode und Kathode des Löschthyristors 16 ist ein Serienschwingkreis, bestehend aus einem Kondensator 17 und einer Induktivität 18 angebracht. Zwischen Anode Löschthyristor 16 und Anode einer Freilaufdiode 19 liegt ein Kondensator 20. Die Kathode der Freilaufdiode 19 ist mit der Anode von der Diode 15 und mit der Kathode von Löschthyristor 16 verbunden. Die Versorgungsgleichspannung liegt mit ihrem negativen Pol an der Anode der Freilaufdiode 19 an.

Die zusätzlich eingefügte Diode 13 bewirkt, dass der Rück-

ladestrom des Schwingkreiskondensators 17, hervorgerufen durch die Induktivität 18, nicht über eine zum Hauptthyristor 12 parallele Diode, sondern über die parallel zum Löschthyristor 16 angebrachte Serienschaltung der Dioden 15 und 14

fließt. Der zusätzlich eingefügte Kondensator 20 bewirkt, dass der Kondensator 17 während des Betriebes immer auf dem Maximalwert der unbelasteten Versorgungsgleichspannung aufgeladen ist. Beim Einleiten des Löschvorganges durch Zünden des Löschthyristor 16 wird das Spannungspotential von

Kondensator 20 und Kondensator 17 an die Kathode des Hauptthyristors 12 gelegt. An der Anode von Hauptthyristor 12 liegt die Momentanspannung der belasteten Versorgungsgleichspannung, die dann in jedem Falle geringer als die Spannung an der Kathode des Löschthyristors 16 und damit gerin- ger als die Spannung an der Kathode des Hauptthyristors 12 ist.

Der Strom kommutiert von Hauptthyristor 12 sofort zum Löschthyristor 16. Im Schwingkreis setzt ein sinusförmiger Strom ein, der die Umladung von Kondensator 17 auf Grund der Induktivität 18 bewirkt. Nach erfolgter Umladung von Kondensator 17 setzt ein sinusförmiger Strom über den Rücklaufkreis Kondensator 17, Induktivität 18, Diode 15 und Diode 14 ein. Der Laststrom kommutiert vom Löschthyristor 16 auf die Schwingkreiselemente Kondensator 17 und Induktivität 18.

Die erfindungsgemäss eingefügte Diode 13 verhindert einerseits, dass der Kondensator 20 durch Versorgungsspannungseinbrüche entladen, bzw. teilweise entladen wird, wodurch dem Löschschwingkreis 17 und 18 stets die volle Löschenergie erhalten bleibt, und andererseits beginnt die Löschung für den Hauptthyristor 12 sofort zu Beginn der Vollperiode.

Obwohl sich die Schonzeit des Löschthyristors 16 gegenüber der Schaltanordnung Fig. 2 nicht vergrössert, ist die erfindungsgemäss Einfügung der Bauteile 13 und 20 wirtschaftlich sinnvoll, da der Löschthyristor 16 gegenüber Hauptthyristor 12 für kleinere effektive Ströme ausgelegt werden kann und in der Regel dann eine kleinere Freiwerdezeit besitzt. Die Schonzeit für Hauptthyristor 12 vergrössert sich durch diese Massnahme mindestens auf das Doppelte, weil bereits zu Beginn des Löschvorganges der Laststrom auf den Löschthyristor kommutiert.

Der zusätzliche Kondensator 20 gibt auf Grund seines Spannungspotentials während der Löschphase Energie an den Verbraucher 23 ab. Die Grösse des Kondensators 20 bestimmt die vorhandene Nachladeenergie für den Schwingkreiskondensator 17 und ist massgebend für die zeitliche Überbrückungsdauer von Netzspannungseinbrüchen. Wird auf die Löschbereitschaft der Löschseinrichtung auch bei einem längeren Zusammenbruch der Versorgungsspannung Wert gelegt, so kann in Reihe zu Kondensator 20 ein Widerstand gelegt werden, der zwar eine Entladung von Kondensator 20 während der Löschphase über den Verbraucher 23 auf ein Minimum reduziert, jedoch eine sichere Nachladung des Schwingkreiskondensators 17 gewährleistet. Gegebenenfalls kann zu diesem Widerstand eine Diode in der Weise parallel geschaltet werden, dass sich eine langsame Entladung, aber eine schnelle Aufladung ergibt. Diese Anordnung ist in Fig. 4 dargestellt.

