



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

155 276

Int.Cl.³

3(51) H 02 H 7/122

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 02 H / 226 059

(22) 15.12.80

(44) 26.05.82

(71) INSTITUT FUER REGELUNGSTECHNIK, BERLIN;DD;

(72) BLACHA, NORBERT, DIPL.-ING.;DD;

(73) siehe (72)

(74) ERNST WUENSCHIG, INSTITUT FUER REGELUNGSTECHNIK, 1055 BERLIN, STORKOWER STR. 101

(54) SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM SCHUTZE VON HALBLEITERWECHSELRICHTERN

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Schutz gegen Ueberstroeme und Ueberspannungen von Halbleiterwechselrichtern mit lastseitigem Parallelschwingkreis, die im Stoerungsfall die betriebsbedingte Zerstoe- rung der Wechselrichterthyristoren verhindert. Ziel der Erfindung ist es, den Schutz fuer die Wechselrichterthyristoren zu erhoehen und erfindungsgemaeß eine Schaltungsanordnung zu schaffen, die im Stoerfall sofort alle Wechselrichterthyristoren zuendet. Erfindungsgemaeß wird dies durch eine logische Schaltung erreicht, die ueber eine der in den Wechselrichterzweigen enthaltenen Induktivitaeten angeordnet ist. Die Anwendung der Erfindung ist in statischen Umrichtern mit Parallelschwingkreis als Last zur Erzeugung mittelfrequenter Stroeme fuer die induktive Erwaermung vorgesehen.

Erfinder: Dipl.-Ing. Norbert Blacha

Berlin, 8. 12. 80
P 1188

Zustellungsbevollm.:

Institut für Regelungstechnik im
Kombinat VEB EAW Berlin-Treptow "Friedrich Ebert"
1055 Berlin, Storkower Str. 101
Pat.-Ing. Ernst Wünschig

Schaltungsanordnung zum Schutze von Halbleiterwechsel-
richtern

H 02 H 7/122

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Schutz gegen Überströme und Überspannungen von mittels steuerbarem Gleichrichter über eine Gleichstromglättungsinduktivität gespeisten Halbleiterwechselrichtern mit abwechselnd erfolgender Zündung und Stromleitung der Thyristoren beider Brückendiagonalen in Abhängigkeit von der Eigenfrequenz des Lastschwingkreises, die im Störfall die betriebsbedingte Zerstörung der Wechselrichterthyristoren verhindert.

Die Anwendung der Erfindung ist in statischen Umrichtern mit lastseitigem Parallelschwingkreis zur Erzeugung mittelfrequenter Ströme für die induktive Erwärmung vorgesehen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Statische Umrichter wandeln dreiphasigen 50 Hz-Drehstrom in einen Strom anderer Frequenz um, beispielsweise für die Speisung induktiver Erwärmungseinrichtungen. Halbleiterwechselrichter mit lastseitigem Parallelschwingkreis sind Teil statischer Umrichter und formen den in sie über eine Glättungsdrossel eingespeisten Gleichstrom durch wechselseitiges Zünden der Wechselrichterdiagonalen in einen Wechselstrom um.

Der Wechselrichter, in dem nur eine Diagonale leitend ist, wird mit geglättetem Gleichstrom, der von einem steuerbaren Gleichrichter geliefert wird, gespeist und durch die Last der Stromfluß in einer Richtung erzwungen. Im geeigneten Moment, d. h. einige Mikrosekunden vor der Umkehr der Polarität der sich an der Last aufbauenden, etwa sinusförmigen Spannung, wird die Gegendiagonale gezündet. Infolge dessen wird die zuvor leitende Diagonale durch die entsprechende Polarität der Spannung an der Last verlöschen und damit eine Stromumkehr durch Kommutierung des Stromes von einer Diagonale auf die andere in der Last erreicht. Die Frequenz des Wechselrichters ergibt sich aus der Eigenfrequenz des Lastkreises, indem die Zündimpulse für den Wechselrichter in Abhängigkeit von den Nulldurchgängen der Lastspannung so gebildet werden, daß eine genügend große Zeit zur Löschung der zuvor leitenden Thyristoren verbleibt. Reicht aus bestimmten Gründen, z. B. durch Lastsprünge, ungenügende Genauigkeit der Steuerung u. a., die Freihaltezeit nicht aus, um anschließend die Blockierspannung zu halten oder wird aus anderen Gründen die Blockierspannung nicht gehalten, so kommt es zum sogenannten "Kippen" des Wechselrichters mit der Folge, daß im Wechselrichter, der nun für den Gleichstrom einen Kurzschluß darstellt, Überströme fließen. Dieser Zustand ist für den Wechselrichter dann besonders gefährlich, wenn bei parallelgeschalteten Thyristoren nur ein oder wenige Thyristoren den Überstrom tragen müssen, da in der Regel das jeweilige Stromwärme-Integral der eingesetzten Thyristoren kleiner ist, als das Stromwärme-Integral des Überstroms, der wiederum von der Schnelligkeit der Auslösung der Wechselrichterzwangssteuerung des Gleichrichters, der Totzeit des Gleichrichters, der Induktivität der Zwischenkreisdrossel bzw. des gesamten Kurzschlußkreises und der Anschlußspannung des Gleichrichters abhängt.

Es ist bekannt, den Schutz der Thyristoren im Starkstromkreis durch eine beträchtliche Überdimensionierung der Zwischenkreisdrossel oder durch eine nicht weniger unökonomische Anwendung von superflinken Schmelzsicherungen vorzunehmen. Der

Einsatz superflinker Schmelzsicherungen würde den Betrieb der statischen Umrichter erschweren, da neben erhöhtem Verschleiß von Schmelzsicherungen, diese nach dem Ansprechen zunächst gewechselt werden müßten, bevor eine Wiedereinschaltung des Umrichters erfolgen könnte. Das gilt im gleichen Maße auch für solche Fehlerfälle, die nicht zu einem bleibenden Defekt von Thyristoren führen, z. B. Freiwerdezeitunterschreitungen, sondern nur kurzzeitig auftreten und im Prinzip den sofortigen weiteren Betrieb des Umrichters gestatten würden.

Eine ökonomische Lösung des beschriebenen Problems läßt sich daher nur mit Hilfe einer Anordnung realisieren, die entsprechend schnell und zuverlässig die Wechselrichterthyristoren vor unzulässigen Überströmen schützt. Es ist bekannt, verschiedene Parameter des Wechselrichters wie Ausgangsspannung, Laststrom, Ausgangsleistung zu überwachen und diese Signale bei Überschreitung eines bestimmten Pegels zur Abschaltung des Gleichrichters zu verwenden. Derartige Schutzvorrichtungen weisen jedoch den Mangel auf, daß sie zu langsam auf Fehler im Wechselrichter reagieren und die Zerstörung von Wechselrichterthyristoren durch Überströme oder Überspannungen in vielen Fällen nicht ausschließen können.

Es ist die DE-OS 27 22 814 bekannt geworden, bei der die Überwachungsvorrichtung aus an Zweige der Brückenschaltung angeschlossene, einen Zweigstrom elektrisch signalisierende Signalvorrichtungen und eine den Signalvorrichtungen nachgeschaltete logische Vergleichsvorrichtung zur Signalisierung einer unvollständigen Kommutierung des Laststromes von einem Diagonalzweig zum anderen Diagonalzweig besteht und daß eine Vorrichtung zur Sperrung der Anzeige der logischen Vergleichsvorrichtung für die Dauer von die Kommutierungszeitpunkte umfassenden Zeitintervallen vorgesehen ist. Diese Überwachungsvorrichtung realisiert zwar eine schnelle Erfassung und Verarbeitung einiger Fehler des Wechselrichters, ist aber ebenfalls nicht geeignet, alle Möglichkeiten der betriebsbedingten Zerstörung von Thyristoren des Wechselrichters zu

vermeiden. So liefert diese Vorrichtung für den Fall, daß von einem Thyristor in einem Zweig, in dem kein Stromfühler angebracht ist, die Blockierspannung nicht gehalten wird, erst dann ein Signal, wenn durch Kurzschluß über die betreffende Wechselrichtersenkrechte der Strom im Gleichstromzwischenkreis soweit angestiegen ist, daß eine auswertbare Verlangsamung der Kommutierung eingetreten ist. Dadurch kann nicht in allen Fällen gewährleistet werden, daß einerseits die Gleichstromspeisung unverzögert das Signal zur Abschaltung erhält und andererseits der Überstrom auf möglichst viele Thyristoren verteilt wird und transiente Überspannungen auf zulässige Werte begrenzt werden, da ein sicheres Zünden der Wechselrichterthyristoren nur möglich ist, solange genügend positive Spannung an ihnen anliegt, also unter Umständen nur während der Zeit fehlerhafter Kommutierung. Damit ist der Schutz der Wechselrichterthyristoren nicht in allen Fällen gesichert. Außerdem sind zur Realisierung der beschriebenen Überwachungsvorrichtung teure Stromfühler, die nicht unerhebliche Massen an Kupfer und Eisen enthalten, erforderlich.

Es ist noch die DE-OS 27 53 722 bekannt geworden, bei der die Empfindlichkeit der Schaltvorrichtung in einem den Kommutierungszeitpunkt enthaltenden Zeitintervall maximal und außerhalb dieses Zeitintervalls Null ist und daß die Schaltvorrichtung eine Vorrichtung zur Summation zweier den beiden Diagonalströmen der Brückenschaltung während des Kommutierungsintervalls entsprechenden Meßsignale sowie eine beim Überschreiten einer vorgebbaren Schwelle des Summensignals ansprechende Signalvorrichtung aufweist. Diese Anordnung weist den Nachteil auf, daß Störungen im Wechselrichter nur als sogenannte Kommutierungsfehler während der durch die Steuerung vorgegebenen Kommutierungszeiten erkannt werden können. Dadurch ist nicht gesichert, daß rechtzeitig ein Blockierspannungsdurchbruch bzw. das Nichthalten der Blockierspannung zum frühest möglichen Zeitpunkt ausgewertet werden und Maßnahmen, die den sicheren Schutz des Wechselrichters bewirken, eingeleitet werden können, da auch

hier eine unerwünschte Verzögerung des Abschaltsignals für die Gleichstromspeisung eintritt und auch hier gilt, daß ein sicheres Zünden der Wechselrichterthyristoren nicht in jedem Fall erfolgen kann. Außerdem sieht diese Anordnung technologisch kompliziert zu fertigende di/dt -Spulen vor, die auch empfindlich gegen Störbeeinflussungen durch magnetische Felder sind.

Beide technische Lösungen sind aus den beschriebenen Gründen besonders bei hohen Leistungen, wo viele Thyristoren parallelgeschaltet und hohe Gesamtströme im Verhältnis zu den Thyristorströmen und hohe Stromwärme-Integrale im Störfall nach wenigen Millisekunden erreicht werden, nicht geeignet, die Wechselrichterthyristoren zuverlässig vor Zerstörung durch Überströme und Überspannungen zu schützen. Ferner weisen sie den gemeinsamen Nachteil auf, daß sich diese Anordnungen erst dann im Eingriff befinden dürfen, wenn die erste Wechselrichterdiagonale gezündet ist, da ansonsten ein Fehlersignal im "Aus"-Zustand und während des Starts ausgegeben werden würde. Dies muß bei den genannten technischen Lösungen von der Steuerung durch eine vorzusehende Verriegelung während des Starts verhindert werden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es

- alle Möglichkeiten der Zerstörung der Wechselrichterthyristoren durch transiente Überströme und -spannungen,
- eine Blockiereinrichtung zur Unterdrückung eines Fehlersignals bei bestimmten Betriebszuständen, wie z. B. "Aus"-Zustand und Startphase,
- einen erhöhten technisch-ökonomischen Aufwand, z. B. durch Überdimensionierung der Zwischenkreisdrossel und den Einsatz teurer Stromfühler und superflinker Schmelzsicherungen zu vermeiden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zu schaffen, die bei Nichteinhalten der Blockierspannung eines Wechselrichterthyristors sofort bewirkt, daß alle Wechselrichterthyristoren gezündet werden, daß sie unabhängig vom Wechselrichterstrom und der Wechselrichterfrequenz wirkt und daß ein Fehlersignal unabhängig vom Betriebszustand des Wechselrichters nur bei Vorliegen eines Störfalles erscheint.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß parallel zu einer der in jedem Wechselrichterzweig befindlichen Induktivitäten ein Impulsübertrager in Reihe mit einem Impulsformer angeordnet ist, deren jeweiliger Ausgang entsprechend der Zugehörigkeit des Wechselrichterzweiges zu einer Wechselrichterdiagonalen über ein ODER-Glied an einen oder mehrere der gleichen Wechselrichterdiagonale zugehörigen Zündimpulsverstärker geschaltet ist.

Ausführungsbeispiel

Anhand eines Blockschaltbildes soll die Erfindung näher erläutert werden.

Zur übersichtlichen Gestaltung des Blockschaltbildes wurden die erfindungsgemäßen Maßnahmen, die sich einheitlich auf alle Wechselrichterzweige 3 bis 6 beziehen, im Ausführungsbeispiel nur anhand der Wechselrichterdiagonalen 3/4 mit den Wechselrichterzweigen 3 und 4 demonstriert.

Ein statischer Umrichter mit den Starkstromanschlüssen R, S, T besteht aus einem Gleichrichter 1, einer Zwischenkreisdrossel 2 und einem Wechselrichter, von dem hier dargestellt sind, die Wechselrichterzweige 3 bis 6 mit den Thyristoren 3_1 bis 6_1 , den Schaltdrosseln 3_2 bis 6_2 und den Linearinduktivitäten 3_3 bis 6_3 sowie dem Lastschwingkreis mit der Parallelschaltung von ohmschem Widerstand 7, Induktivität 8 und einer kompensierenden Kapazität 9. Jeder Schaltdrossel 3_2 bis 6_2 der Wechselrichterzweige 3 bis 6 ist jeweils ein

Impulsübertrager 10_3 bzw. 10_4 parallelgeschaltet und ausgangsseitig mit einem Impulsformer 11_3 bzw. 11_4 verbunden. Deren jeweiliger Ausgang ist entsprechend der Zugehörigkeit der Wechselrichterzweige 3 bis 6 zu einer Wechselrichterdiagonale 3/4 bzw. 5/6 über ein ODER-Glied 12 auf einen oder mehrere der gleichen Wechselrichterdiagonale zugehörigen Zündimpulsendverstärker 19 geschaltet. In der gleichen Weise sind auch die Wechselrichterzweige 5 und 6 der Wechselrichterdiagonale 5/6 beschaltet. Anstatt über die Schaltdrosseln 3_2 bis 6_2 könnte diese Schaltung auch über die Linearinduktivitäten 3_3 bis 6_3 abgegriffen werden.

Beim Einschalten der Thyristoren 3_1 bis 6_1 , bzw. beim positiven Stromanstieg durch einen oder mehrere Thyristoren eines Wechselrichterzweiges 3 bis 6, beispielsweise 3 bzw. 4, wird über die sättigbare Schaltdrossel 10_3^2 bzw. 10_4^2 im stationären Betrieb wie bei transienten Vorgängen zunächst die Kommutierungsspannung abfallen. Der Spannungsabfall an der Schaltdrossel 3_2 bzw. 4_2 wird mittels Impulsübertrager 10_3 bzw. 10_4 galvanisch getrennt als Impuls, der mit einer Impulsformerstufe 11_3 bzw. 11_4 auf den erforderlichen Pegel und die erforderliche Breite gebracht wird, zu der Zündimpulsendstufen 13 der Wechselrichterdiagonalen 3/4 übertragen. Die Einkopplung der Zündimpulse, die durch das Einschalten der Thyristoren gebildet werden und der betriebsmäßigen Zündimpulse, die an der Klemme 14 anliegen, erfolgt jeweils für eine Wechselrichterdiagonale über ein ODER-Glied 12.

Werden nun während eines unerwünschten Zeitpunktes ein oder mehrere Thyristoren leitend, so werden alle Thyristoren der betreffenden Wechselrichterdiagonalen gezündet, wodurch die Entstehung gefährlicher innerer Überspannungen verhindert und der entstehende Überstrom auf alle Thyristoren des Wechselrichters aufgeteilt wird. Der entstehende Überstrom wird, nachdem bereits sehr schnell alle Thyristoren des Wechselrichters leitend geworden sind, durch Wechselrichterzwangssteuerung des Gleichrichters, die mittels herkömmlicher Methoden, z. B. mittels dem Gleichstromistwertgeber nachgeschalteten Schwellwertschalter, ausgelöst wird, abgeschaltet.

Die geringe Verzögerungszeit, die durch die Anordnung beim Einschalten der Thyristoren realisiert wird, ermöglicht eine sehr gute dynamische Aufteilung des Überstromes auf alle parallelen Thyristoren innerhalb der Wechselrichterzweige 3 bis 6 des Wechselrichters. Zusätzlich tritt der Vorteil ein, daß Zündimpulsunterbrechungen, die zum Nichtansteuern einzelner Thyristoren führen, durch die Anordnung in einigen Fällen unwirksam gemacht werden und somit Redundanz für die Zündimpulsstrecke geschaffen wird.

Erfindungsanspruch

Schaltungsanordnung zum Schutz gegen Überströme und Überspannungen von mittels Gleichrichter über eine Glättungsinduktivität gespeisten Halbleiterwechselrichtern mit abwechselnd erfolgreicher Zündung und Stromleitung der Thyristoren beider Brückendiagonalen in Abhängigkeit von der Eigenfrequenz des Lastschwingkreises, die im Störfall die Zerstörung der Halbleiterelemente des Wechselrichters verhindert, gekennzeichnet dadurch, daß parallel zu einer der in jedem Wechselrichterzweig (3 bis 6) befindlichen Induktivitäten (3_2 bis 6_2 bzw. 3_3 bis 6_3) ein Impulsübertrager (10_3 bzw. 10_4) in Reihe mit einem Impulsformer (11_3 bzw. 11_4) angeordnet ist, deren jeweiliger Ausgang entsprechend der Zugehörigkeit des Wechselrichterzweiges (3 bis 6) zu einer Wechselrichterdiagonalen ($3/4$ bzw. $5/6$) über ein ODER-Glied (12) an einen oder mehrere der gleichen Wechselrichterdiagonale ($3/4$ bzw. $5/6$) zugehörigen Zündimpulsverstärker (13) geschaltet ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

