

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 03 K / 308 511 7

(22) 02.11.87

(44) 08.03.89

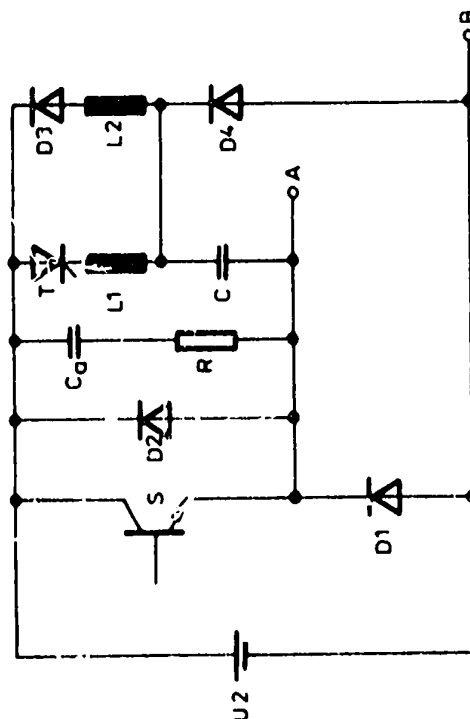
(71) VEB Elektromaschinenbau Dresden, Hennigsdorfer Straße, Dresden, 8017, DD

(72) Petzoldt, Jürgen, Dr.-Ing.; Michalke, Norbert, Dr.-Ing.; Hempel, Holger, Dipl.-Ing.; Gens, Wolfgang, Prof. Dr.-Ing., DD

(54) Schaltungsanordnung zur Schaltverlustreduzierung eines steuerbaren elektronischen Schalters

(55) steuerbarer elektronischer Schalter,
Schaltungsanordnung, Schaltverlustreduzierung,
Abschaltkondensator, Entladenetzwerk, Rückführung
Schaltenergie, Pulsstelleranordnung,
Wechselrichteranordnung

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Schaltverlustreduzierung eines steuerbaren elektronischen Schalters insbesondere mit Transistoren. Sie ist anwendbar bei allen elektronischen Schaltern insbesondere in Pulssteller- und Wechselrichteranordnungen. Mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung sollen die Schaltverluste weitestgehend reduziert und dadurch hohe Schaltfrequenzen ermöglicht werden. Erfindungsgemäß erfolgt die Entladung des zur Entlastung des elektronischen Schalters vorgesehenen Abschaltkondensators durch ein aus einer Reihenschaltung von Thyristor, Induktivität und Kondensator mit parallel zu Thyristor und Induktivität angeordneter Reihenschaltung von Diode und zweiter Induktivität bestehendes Entladenetzwerk sowie eine weitere parallel zu Kondensator und Last angeordnete Diode zur Rückspeisung der Abschaltenergie. Figur



Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Schaltverlustreduzierung eines steuerbaren elektronischen Schalters, der gemeinsam mit einer Freilaufdiode zwischen den Polen einer Gleichspannungsquelle angeschlossen ist und einen die Anstiegsgeschwindigkeit der Blockierspannung begrenzenden Abschaltkondensator und eine antiparallel gepolte Diode direkt parallel zum elektronischen Schalter sowie ein Entladnetzwerk aufweist, das parallel zum elektronischen Schalter einen Entladestromkreis für den Abschaltkondensator bildet, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladnetzwerk aus einer Reihenschaltung von Thyristor, Induktivität und Kondensator mit parallel zu Thyristor und Induktivität angeordneter Reihenschaltung von Diode und zweiter Induktivität besteht, wobei parallel zu Kondensator und Last eine weitere Diode zur Rückspeisung der Abschaltenergie angeordnet ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Induktivitäten auf einem Kern angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Titel der Erfindung

Schaltungsanordnung zur Schaltverlustreduzierung eines steuerbaren elektronischen Schalters

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung, mit der eine Reduzierung der Schaltverluste in steuerbaren elektronischen Schaltern, insbesondere in solchen mit Transistoren möglich ist. Die Anwendbarkeit ist bei allen ein- und abschaltbaren leistungselektronischen Schaltern, vorzugsweise in Pulssteller- und Wechselrichteranordnungen gegeben.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei leistungselektronischen Schaltern müssen für die Halbleiterbauelemente außer dem Durchlaßstrom und der Sperr- bzw. Blockierspannung auch deren Änderungsgeschwindigkeit beim Ein- und Abschaltvorgang begrenzt werden, um die Schaltverluste zu reduzieren, oder die Arbeitsweise der Bauelemente in bestimmten Arbeitspunkten zu ermöglichen.

Bekannt sind verschiedene Schaltungsanordnungen zur Schaltverlustentlastung, die prinzipbedingt mit hohen Wärmeverlusten, wegen der Umsetzung der Schaltenergie in ohmschen Widerständen in Wärme, oder zumindest verlustbehaftet arbeiten. Andere Schaltungsanordnungen, die diese Nachteile umgehen, sind mit erhöhten Strom- oder Spannungsbelastungen der elektronischen Schalter oder mit einem hohen Aufwand an zusätzlichen Beschaltungselementen verbunden.

Eine Lösung zur Schaltverlustentlastung eines steuerbaren elektronischen Schalters, der gemeinsam mit einer Freilaufdiode zwischen den Polen einer Gleichspannungsquelle angeschlossen ist und einen die Anstiegsgeschwindigkeit der Blockierspannung begrenzenden Abschaltkondensator und eine antiparallel gepolte Diode direkt parallel zum elektronischen Schalter sowie ein parallel zum elektronischen Schalter angeordnetes Entladenetzwerk beinhaltet, ist in WP 241 510 beschrieben. Das Entladenetzwerk bildet einen Entladestromkreis für den Abschaltkondensator. Es besteht aus einer Reihenschaltung von Thyristor, Kondensator und Induktivität und parallelen Widerständen zum Kondensator und zur Induktivität.

Diese Lösung hat gegenüber anderen Lösungen zwar den Vorteil mit geringem Aufwand an Beschaltungselementen und hoher Funktionssicherheit zu arbeiten, ihr haftet aber auch der Nachteil an, daß die Abschaltenergie in ohmschen Widerständen in Wärme umgesetzt wird, was niedrige Schaltfrequenzen zur Folge hat.

Einen Ansatz, die Schaltverluste zu reduzieren, sind bei dieser Lösung darin zu sehen, daß über einen Transformator an Stelle der Induktivität Abschaltenergie an einen Verbraucher geliefert wird.

Nachteil dieser Anordnung ist aber, daß die Abschaltenergie nur unvollständig rückgespeist werden kann. Die Verluste durch Umsetzung der Abschaltenergie in den ohmschen Widerständen in Wärme sind nach wie vor vorhanden und dadurch die Schaltverlustreduzierung nur ungenügend.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist, eine Schaltungsanordnung zu schaffen, die die Schaltverluste weitestgehend reduziert und dadurch hohe Schaltfrequenzen ermöglicht.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Ausgehend von einer Schaltungsanordnung zur Schaltverlustentlastung eines steuerbaren elektronischen Schalters, der gemeinsam mit einer Freilaufdiode zwischen den Polen einer Gleichspannungsquelle angeschlossen ist und einen die Anstiegsgeschwindigkeit der Blockierspannung begrenzenden Abschaltkondensator und eine antiparallel gepolte Diode direkt parallel zum elektronischen Schalter sowie ein parallel zum elektronischen Schalter angeordnetes Entladenetzwerk aufweist, besteht die Aufgabe der Erfindung darin, das Entladenetzwerk so zu gestalten, daß die Energie des Abschaltkondensators vollständig an die Last zurückgeführt wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das Entladenetzwerk aus einer Reihenschaltung von Thyristor, Induktivität und Kondensator mit parallel zu Thyristor und Induktivität angeordneter Reihenschaltung von Diode und zweiter Induktivität besteht, wobei parallel zu Kondensator und Last eine weitere Diode zur Rückspeisung der Abschaltenergie angeordnet ist. Vorteilhafterweise lassen sich die beiden Induktivitäten auf einem Kern unterbringen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel erläutert.

Die zugehörige Zeichnung zeigt die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung.

An einer Gleichspannungsquelle U_Z , welche die Zwischenkreisspannung eines Spannungswechselrichters sein kann, ist ein Transistor S als elektronischer Schalter und eine Diode D_1 als Freilaufdiode für eine an den Ausgangsklemmen A und B der Schaltung anschließbare nicht näher dargestellte ohmsch-induktive Last angeordnet. Parallel zum elektronischen Schalter befindet sich eine Diode D_2 , eine Reihenschaltung aus einem Abschaltkondensator C_a und einem Bedämpfungswiderstand R und das Entladenetzwerk. Das Entladenetzwerk besteht aus einer Reihenschaltung von Thyristor T, Induktivität L_1 und Kondensator C mit parallel zu Thyristor und Induktivität angeordneter Reihenschaltung von Diode D_3 und zweiter Induktivität L_2 . Parallel zu Kondensator C und der Last ist eine weitere Diode D_4 angeordnet.

Die Funktionsweise der Schaltung wird nachfolgend beschrieben. Als Ausgangszustand der Schaltung wird davon ausgegangen, daß der Transistor S und der Thyristor T sich im gesperrten Schaltzustand befinden und die Freilaufdiode D_1 vom vorhergehenden Schaltzyklus noch Strom führt. Dabei ist der Abschaltkondensator C_a auf den Wert der Spannung U_Z aufgeladen und der Kondensator C ist vollständig entladen.

Zum Einschalten des Transistors S wird zunächst der Thyristor T gezündet. Der Strom durch das Entladenetzwerk steigt an bis zur Höhe des Laststromes und der Rückstromspitze der Freilaufdiode D_1 . Die Induktivität L_1 begrenzt den Stromanstieg durch den Thyristor. Der Kondensator C ist so aus-

gelegt, daß dabei dessen Spannung auf etwa 30 V ansteigt. Nach dem Rückstromabriß in der Freilaufdiode D_1 beginnt sich der Abschaltkondensator C_a über die Induktivität L_1 , den Kondensator C, den Thyristor T und den Widerstand R zu entladen.

Im Verlauf dieses gedämpften Schwingungsvorganges erreicht die Spannung am Transistor S den Wert Null, und die Diode D_2 beginnt zu leiten. Der Transistor S kann nun verlustfrei eingeschaltet werden.

Der auf einen relativ geringen Spannungswert aufgeladene Kondensator C schwingt bei leitendem Transistor S über die Induktivität L_1 , den Transistor S und den Thyristor T um, bis der durch den Thyristor T sich einstellende Rückstrom abreißt und der Thyristor T verlöscht. Anschließend übernimmt die Diode D_3 und die Induktivität L_2 den Strom, so daß im weiteren Verlauf dieses Schwingvorganges sich der Kondensator C vollständig umlädt. Dabei erhält der Thyristor T Sperrspannung. Die Freiwerdezeit des Thyristors T bestimmt die minimale Einschaltzeit des elektronischen Schalters. Das Entladenetzwerk wird strommäßig sehr gering belastet, da hier nur für einige Mikrosekunden Strom fließt.

Schaltet sich der Transistor S z. B. bei Kurzschluß über die Last ab, bevor der Thyristor T wieder blockierfähig ist, so fließt der gesamte Laststrom durch das Entladenetzwerk weiter, wodurch der Kondensator C auf den Spannungswert U_Z aufgeladen wird und die Ausgangsspannung an den Klemmen A und B gegen Null geht.

Während des Ausschaltvorganges des Transistors S läuft der weiterfließende Laststrom den Kondensator C_a auf, bis die Diode D_4 leitend wird. Danach entlädt der Laststrom über die Diode D_4 den Kondensator C vollständig. Über diesen Vorgang wird die Abschaltenergie vollständig der Last

zugeführt. Im Anschluß daran wird der Laststrom von der Freilaufdiode übernommen.

Die Vorteile kleiner Beschaltungsinduktivitäten, einer sicheren Beherrschung von Störungs- und Kurzschlußfall sowie die Möglichkeit des Zusammenschaltens zweier Grundanordnungen werden beibehalten. Die Erfindung gestattet Pulssteller und Wechselrichteranordnungen aufzubauen, die mit hohen Schaltfrequenzen und ohne wesentliche Energieverluste arbeiten.

