

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Oktober 2006 (26.10.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/111237 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H03K 17/0814 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/002631

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. März 2006 (22.03.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 018 011.6 18. April 2005 (18.04.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **BOSCH REXROTH AG** [DE/DE]; Heidehofstrasse
31, 70183 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DITTRICH, Thomas**
[DE/DE]; Tulpenstrasse 12, 97845 Steinfeld (DE).

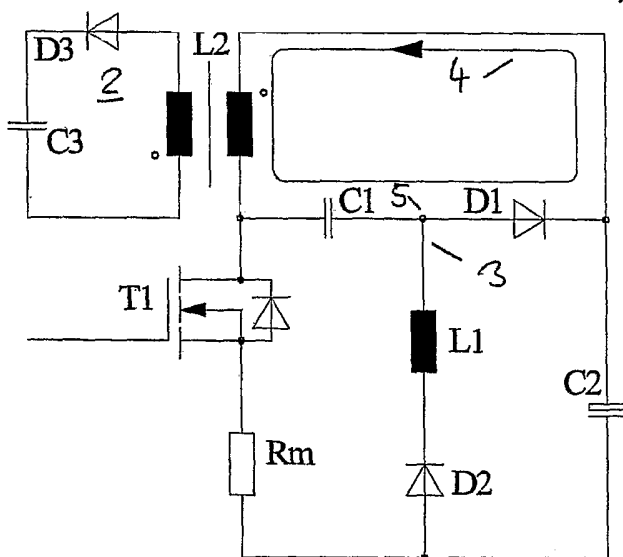
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DISCHARGING INDUCED VOLTAGES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ABLEITUNG VON INDUZIERTEN SPANNUNGEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for the low-loss reduction of a self-induction voltage on a controllable switch element (T1) by means of a relieving network (3), which comprises a first and a second current valve (D1, D2), an inductor (L1) and a capacitor (C1). The capacitor (C1) is charged in a first step and in a second step, the energy which is stored in the capacitor (C1) is transferred to the inductor (L1) and in a third step, the energy which is stored in the inductor (L1) is made available for the connectable user. The low-loss relieving network (3) is embodied as three-poles (3) which comprise a first and a second branch. The first branch comprises a serial connection from the capacitor (C1) and the first current valve (D1), and the second branch comprises a serial connection from the inductor (L1) and the second current valve (D2) and the second branch is connected in an electrically conductive manner to the first branch between the structural components of the first branch. The inventive method is

advantageous in that heat loss is drastically reduced thereby reducing the required constructional space of the electric circuits.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung zeigt ein Verfahren für den verlustarmen Abbau einer Selbstinduktionsspannung an einem steuerbaren Schaltelement (T1) mittels eines Entlastungsnetzwerkes (3), welches erste und zweite Stromventile (D1, D2), eine Induktivität (L1) und eine Kapazität (C1) umfasst, wobei in einem ersten Schritt die Kapazität (C1) geladen wird und in einem zweiten Schritt die in der Kapazität (C1) gespeicherte Energie auf die Induktivität (L1) übertragen wird und in einem dritten Schritt die in der Induktivität (L1) gespeicherte Energie einem anschließbaren Verbraucher zur Verfügung gestellt wird. Das verlustarme Entlastungsnetzwerk (3) ist als Dreipol (3) realisiert, welcher einen ersten und einen zweiten Zweig umfasst, wobei

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

der erste Zweig eine Reihenschaltung aus der Kapazität (C1) und dem ersten Stromventil (D1) umfasst und der zweite Zweig eine Reihenschaltung aus der Induktivität (L1) und dem zweiten Stromventil (D2) umfasst und der zweite Zweig zwischen den Bauelementen des ersten Zweiges mit dem ersten Zweig elektrisch leitend verbunden ist. Der Vorteil der Erfindung liegt in einer drastischen Reduzierung von Verlustwärme und in einer daraus resultierenden möglichen Verminderung des erforderlichen Bauvolumens elektrischer Schaltungen.

5 Verfahren und Vorrichtung zur Ableitung von induzierten Spannungen

Die Erfindung befasst sich mit der verlustarmen Ableitung von Überspannungen und beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung nach den unabhängigen Ansprüchen.

- 10 Im Stand der Technik sind so genannte Entlastungsnetzwerke zur Ableitung von selbstinduzierten Überspannungen bekannt. In der Schrift DE 38 22 493 A1 wird ein Konzept beschrieben, welches zurückgewonnene Energie in die Versorgungsquelle speist. Die Primärwicklung des Übertragers liegt hier im Laststromkreis des zu entlastenden Halbleiterschalters und die Energierückführung erfolgt galvanisch getrennt
15 mittels des Übertragers nach dem Sperrwandlerprinzip.

- Die Patentschrift DE 32 41 086 A1 zeigt ebenfalls ein Entlastungsnetzwerk. In den in Figur 2 bis Figur 14 gezeigten Lösungen wird die Abschaltenergie über ein ohmsches Bauteil abgeführt und damit in Wärme umgewandelt. Die Figuren 17 bis 19 zeigen
20 Schaltungsanordnungen, bei denen die Selbstinduktionsenergie zurückgewonnen wird. Diese Rückgewinnung erfolgt mittels eines kostspieligen Übertragers nach dem Flusswandlerprinzip. Der Übertrager muss nach jedem Schaltzyklus über eine ohmsche Komponente entmagnetisiert werden. Dadurch erschwert sich der Einsatz in Schaltungen mit veränderlichem Puls- zu Pausenverhältnis, besonders bei kurzen
25 Ausschaltzeiten.

Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gemacht diese Nachteile des Standes der Technik möglichst zu vermeiden und Energieverluste zu reduzieren.

- 30 Die Erfindung löst diese Aufgabe mittels eines Verfahrens für den verlustarmen Abbau einer Selbstinduktionsspannung an einem steuerbaren Schaltelement mittels eines Entlastungsnetzwerkes, welches zumindest ein Stromventil, eine Induktivität und eine Kapazität umfasst, wobei in einem ersten Schritt die Kapazität geladen wird und in einem zweiten Schritt die in der Kapazität gespeicherte Energie auf eine Induktivität
35 übertragen wird und in einem dritten Schritt die in der Induktivität gespeicherte Energie einem anschließbaren Verbraucher zugeführt werden kann.

5

Während der Stand der Technik die durch die Selbstinduktionsspannung bei den Abschaltvorgängen des in der Regel mittels eines Taktsignals angesteuerten Schaltelementes entstehende Energie mittels eines ohmschen Widerstandes (RC- oder RCD-Netzwerk) in Wärme umwandelt, führt die Erfindung die überschüssige Energie in mehreren Schritten einem anschließbaren Verbraucher zu. Die produzierte Verlustwärme im Schaltelement wird damit erheblich reduziert und die Energie sinnvoll genutzt. Dies wirkt sich positiv auf die Energiebilanz bzw. den Wirkungsgrad der Gesamtschaltung aus, in die das Entlastungsnetzwerk eingefügt ist. Außerdem kann das Bauvolumen wesentlich verringert werden, da temperaturempfindliche Bauteile mit wesentlich verminderter Umgebungstemperatur belastet werden. Als steuerbare Schaltelemente kommen in erster Linie Halbleiterbauelemente wie Transistoren (FET, MOSFET, IGBT, etc.) in Frage.

Vorteilhafterweise erfolgt der erste Schritt bei abgeschaltetem Schaltelement, der zweite Schritt bei eingeschaltetem Schaltelement und der dritte Schritt wieder bei abgeschaltetem Schaltelement. Der die Selbstinduktion verursachende Strom kann damit beeinflusst und dem kapazitiven bzw. induktiven Bauteil zugeführt werden. Dies bewirkt eine Verlagerung der im System vorhandenen elektrischen Energie in Richtung des anschließbaren Verbrauchers, der in der Regel eine Eingangskapazität aufweist, so dass die Energie letztlich dieser Eingangskapazität zugeführt wird.

Besonders vorteilhaft beginnt der erste Schritt bei Einleitung der Abschaltphase des Schaltelementes, der zweite Schritt bei Einleitung der Einschaltphase des Schaltelementes und der dritte Schritt nach Abschluss der Einschaltphase. Insbesondere bilden sich im Abschaltmoment die induzierten Spannungsspitzen maximal aus und es steht annähernd die gesamte Ausschaltzeit für den Umladevorgang zur Verfügung.

Ein verlustarmes Entlastungsnetzwerk zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche wird hier als Dreipol realisiert, welcher einen ersten und einen zweiten Zweig umfasst, wobei der erste Zweig eine Reihenschaltung aus einem kapazitiven Bauelement und einem Stromventil umfasst und der zweite Zweig eine

5 Reihenschaltung aus einem induktiven Bauelement und einem Stromventil umfasst und der zweite Zweig zwischen den Bauelementen des ersten Zweiges mit dem ersten Zweig elektrisch leitend verbunden ist. Die Anzahl der Bauteile kann mit diesem Konzept stark reduziert werden, auch auf eine galvanische Entkopplung kann verzichtet werden.

10

Vorzugsweise wird das kapazitive Bauelement mittels eines Kondensators, das induktive Bauelement mittels einer Drossel und das Stromventil mittels einer Diode realisiert. Die Abmessungen dieser Bauteile sind, abhängig von ihren charakteristischen Werten (Kapazität, Spannungsfestigkeit, Induktivität), sehr klein wählbar. Dies wirkt sich positiv auf das gesamte Bauvolumen der Schaltung und der Peripherie aus. Die Erfindung lässt sich aufgrund der verwendeten Bauteile auch als DLC-Netzwerk bezeichnen, wobei D für Diode, L für Induktivität und C für Kapazität steht.

15

Besonders bevorzugt wird die Induktivität der Drossel so gewählt, dass sie während der maximal auftretenden Zeitdauer, in der das Steuerelement leitend geschaltet ist, nicht in Sättigung gerät. Nur unter dieser Voraussetzung kann die ganze in dem Kondensator zwischengespeicherte Energie auf die Induktivität übertragen, und die Wirkung des Entlastungsnetzwerkes voll ausgenutzt werden.

20

Empfohlen wird es, die Spannungsfestigkeit der Dioden so zu wählen, dass diese wenigstens der Betriebsspannung der zu entlastenden Schaltung plus der maximal möglichen Spannung an dem Entlastungskondensator entspricht. Außerdem sollten schnell schaltende Dioden zum Einsatz kommen, um deren Schaltverluste zu minimieren, was eine Steigerung der Effizienz des Entlastungsnetzwerkes zur Folge hat.

25

30

Weiter wird empfohlen, dass die Kapazität des Kondensator so gewählt wird, dass sich bei Ausbildung einer Selbstinduktionsspitze am Kondensator eine Spannungsänderung von maximal etwa 10% der Versorgungsspannung der zu entlastenden Schaltung einstellt.

35

5 Vorteilhafterweise wird der Dreipol so an einem steuerbaren Schaltelement angeordnet, dass die an dem Schaltelement entstehende Überspannungsspitzen, verursacht von einer geschalteten Induktivität, abgeleitet werden. Der Schalter erfährt dadurch einen optimalen Schutz vor Überspannungen.

10 Prinzipiell ist der Einsatz des Entlastungsnetzwerkes an jeder periodisch geschalteten Einzelinduktivität möglich, um die Selbstinduktionsspannungen abzubauen.

Ganz besonders eignet sich das erfindungsgemäße dreipolige Entlastungsnetzwerk zum Einsatz in Verbindung mit einem Schaltnetzteil, insbesondere einem Schaltnetzteil nach dem Sperrwandlerprinzip, so dass am schaltenden Bauteil des Schaltnetzteils
15 entstehende Überspannungsspitzen verlustarm abgeleitet werden können. Erneut sind das reduzierte Bauvolumen und die reduzierte Abgabe von Verlustwärme hier als wesentlicher Vorteil zu nennen. Durch die reduzierte Überspannung an dem Schalter kann eventuell auf ein Bauteil geringerer Spannungsfestigkeit zurückgegriffen werden,
20 was die Kosten vermindert. Besonders wird auch empfohlen ein solches Schaltnetzteil im Antriebsregler eines Servomotors einzusetzen, da hier im Zuge der zunehmenden Miniaturisierung auf immer kleinere Bauformen zurückgegriffen wird.

5 Bezugszeichenliste

	1	Schaltnetzteil (Teilschaltung)
	2	Energieversorgung
10	3	Entlastungsnetzwerk (Dreipol)
	4	Strompfad
	5	Verbindungspunkt
	L2	Übertrager
	L1	Drossel
15	C1, C3	Kondensatoren
	C2	Eingangskapazität eines angeschlossenen Verbrauchers
	D1-D3	Dioden
	T1	Transistor
	Rm	ohmscher Widerstand
20		

5 Im Folgenden soll die Funktionsweise der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen erläutert werden. Die Figuren 1 bis 3 zeigen jeweils eine identische Schaltung, wobei abhängig vom Schaltzustand des Schalters T1 eine unterschiedliche Strombahn realisiert wird. Diese Strombahn ist mittels des in den drei Zweigen der Schaltung eingezeichneten Pfades 4 angedeutet.

10

Die Figuren 1 bis 3 zeigen ein Dreipol-Entlastungsnetzwerk 3 ohne ohmschen Anteil zur Begrenzung von Schaltspitzen an Halbleiterschaltern. Zur Anwendung kommen Entlastungsnetzwerke in der Leistungselektronik überall dort, wo sich bedingt durch das schnelle Abschalten der Halbleiterschalter (MOS-Fet, IGBT etc.)

15 Selbstinduktionsspitzen ausbilden. Die Selbstinduktionsspitzen werden verursacht durch die Streuinduktivität des Schaltungsaufbaus oder der zu schaltenden Induktivitäten. Um die Halbleiterschalter vor ihrer Zerstörung durch Überspannung zu schützen, muss der Energieinhalt der Selbstinduktionsspitze in einem geeigneten Entlastungsnetzwerk abgeleitet werden. Für gewöhnlich geschieht dies in einem RC oder RCD Netzwerk, mit dem Nachteil, dass die abgeleitete Energie in Wärme umgesetzt wird. Dies wirkt sich in
20 eine zusätzliche Erwärmung und Herabsetzung des Gesamtwirkungsgrades der Schaltung aus. Die Figuren zeigen eine Teilschaltung für ein Schaltnetzteil 1. Es ist gezeigt, die zentrale Energieversorgung 2 mit einem Übertrager L2, welcher auf seiner Sekundärseite eine Diode D3 und einen Kondensator C3 aufweist, und dessen
25 Primärteil in Reihe mit einem MOSFET-Schalttransistor T1, einem ohmschen Widerstand Rm und der Eingangskapazität C2 eines Verbrauchers geschaltet ist. Das eigentliche erfindungsgemäße Entlastungsnetzwerk 3 wird gebildet, durch den Kondensator C1, die Dioden D1 und D2 und die Drossel L1. Wie diese Bauteile miteinander verschaltet sind, ist dem schematischen Schaltbild entnehmbar. Der Dreipol
30 wird aufgrund seiner Zusammensetzung als DLC-Netzwerk bezeichnet.

Die Funktionsweise dieses DLC-Netzwerkes wird nun beschrieben:

Figur 1 zeigt den Pfad 4 des Ladestromes, der sich einstellt, sobald der Transistor T1
35 abschaltet. Die im Abschaltmoment, also nach Beendigung des aktiven Einspeisevorgangs durch die in der Streuinduktivität des Übertragers L2 gespeicherte

- 5 Energie an T1 entstehende Selbstinduktionsspannung wird über den Kondensator C1 und die Diode D1 abgebaut, indem der resultierende Strom den Kondensator C1 auflädt. Die Selbstinduktionsenergie wird demnach im Kondensator C1 zwischengespeichert.

- Figur 2 zeigt den Strompfad 4 während der nächsten Einschaltphase von T1. Hier wird
10 das an der Drain des Feldeffekttransistors T1 vorhandene Potential, unter der Vernachlässigung geringer Spannungsabfälle an R_m , auf das Anodenpotential der Diode D2 gelegt. Dies hat zur Folge, dass nun das Drosselpotential L1 am Verbindungspunkt 5 zum Kondensator C1 geringer ist, als an der Anode der Diode D2. Die Diode D2 wird folglich leitend und die am Kondensator C1 anliegende Spannung
15 verursacht einen Strom in der Drossel L1. Die im Kondensator C1 gespeicherte Energie wird hierbei auf die Drossel L1 übertragen.

- Figur 3 zeigt den Strompfad 4 bei erneuter Beendigung des Einschaltvorgangs von T1. Der Abbau der daraus resultierenden Selbstinduktionsspitze erfolgt wie bereits weiter
20 oben beschreiben. Nach Abbau der Selbstinduktionsspitze befindet sich das Anodenpotential der Diode D1 bedingt durch die Ladung des Kondensators C1 auf niedrigerem Niveau als ihr Kathodenpotential. Die Diode D1 ist folglich gesperrt. Da durch den ebenfalls gesperrten Transistor T1 ein Freilauf nicht erfolgen kann, steht als
25 einziger Strompfad nur noch der Weg 4 über den Kondensator C1, den Übertrager L2, die Drossel L1 und die Diode D1 sowie die Eingangskapazität C2 der anschließbaren Last zu Verfügung. Dies hat zur Folge, dass der Kondensator C1 weiter entladen und die Eingangskapazität C2 einer ggf. angeschlossenen Last geladen wird. Die gespeicherte Energie wird somit der Last zugeführt und nicht wie im Stand der Technik gezeigt in Wärme umgewandelt.

30

- Das Tastverhältnis für das Ein- bzw. Ausschalten des Transistors spielt nur eine untergeordnete Rolle, da sich bei Änderung des Puls- zu Pausenverhältnisses sofort die Spannung über dem Kondensator C1 und damit die treibende Spannung der Drossel L1 ändert. Verändert sich z.B. die Pulsbreite von maximaler Einspeisedauer zu kleineren
35 Werten, so wird zunächst weniger Energie in der Drossel L1 eingespeichert. Dies hat im Freilauf die Folge, dass der Kondensator C1 weniger entladen wird, die Spannung am

- 5 Kondensator C1 steigt bei der nächsten Induktionsspitze an. Beim nächsten Einschalten liegt dann eine höhere treibende Spannung an der Drossel L1, erhöht damit die Stromanstiegsgeschwindigkeit und somit die gespeicherte Energie. Der Kondensator C1 wird wiederum beim nächsten Freilauf durch den höheren Drosselstrom stärker entladen, die Kondensatorspannung sinkt folglich wieder ab. Das DLC
- 10 Entlastungsnetzwerk besitzt demnach ein Eigenregelverhalten und ist somit annähernd unabhängig vom Tastverhältnis des zu entlastenden Schaltnetzteiles.

Mit folgenden Bauteildimensionierungen wurde das DLC-Netzwerk für den Einsatz in einer bestimmten Ausgestaltungsform gewählt:

15

- Drossel 100 μ H / 0,5A
- Dioden STPR 200V / 1A
- Multilayer Keramikkondensator 4,7 μ F / 50V

5

Patentansprüche

1. Verfahren für den verlustarmen Abbau einer Selbstinduktionsspannung an einem steuerbaren Schaltelement (T1) mittels eines Entlastungsnetzwerkes (3), welches ein Stromventil (D1, D2), eine Induktivität (L1) und eine Kapazität (C1) umfasst, wobei in
10 einem ersten Schritt die Kapazität (C1) geladen wird und in einem zweiten Schritt die in der Kapazität (C1) gespeicherte Energie auf eine Induktivität (L1) übertragen wird und in einem dritten Schritt die in der Induktivität (L1) gespeicherte Energie einem anschließbaren Verbraucher (C2) zur Verfügung gestellt wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste Schritt bei abgeschaltetem Schaltelement (T1) erfolgt, der zweite Schritt bei eingeschaltetem Schaltelement (T1) und der dritte Schritt wieder bei abgeschaltetem Schaltelement (T1) erfolgt.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste Schritt bei Einleitung der Abschaltphase des Schaltelementes (T1) beginnt und der zweite Schritt bei Einleitung der Einschaltphase des Schaltelementes (T1) beginnt und der dritte Schritt nach Abschluss der Einschaltphase des Schaltelementes (T1) beginnt.
- 25 4. Verlustarmes Entlastungsnetzwerk zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dieses als Dreipol (3) realisiert ist, welcher einen ersten und einen zweiten Zweig umfasst, wobei der erste Zweig eine Reihenschaltung aus einem kapazitiven Bauelement (C1) und einem Stromventil (D1) umfasst und der zweite Zweig eine Reihenschaltung aus einem induktiven Bauelement (L1) und einem Stromventil (D2) umfasst und der zweite Zweig zwischen den Bauelementen des ersten
30 Zweiges mit dem ersten Zweig elektrisch leitend (5) verbunden ist.
5. Verlustarmes Entlastungsnetzwerk nach Anspruch 4, wobei das kapazitive Bauelement mittels eines Kondensators (C1), das induktive Bauelement mittels einer Drossel (L1) und das Stromventil mittels Diode (D1, D2) realisiert ist.

35

5 6. Verlustarmes Entlastungsnetzwerk nach Anspruch 5, wobei die Induktivität der Drossel (L1) so gewählt ist, dass sie während der Zeit, in der das Steuerelement leitend geschaltet ist, nicht in Sättigung gerät.

10 7. Verlustarmes Entlastungsnetzwerk nach einem der Ansprüche 5 bis 6, wobei die Spannungsfestigkeit der Dioden (D1, D2) so gewählt ist, dass diese wenigstens der Betriebsspannung der zu entlastenden Schaltung zuzüglich der am Kondensator (C1) auftretenden und nach Maßgabe der Dimensionierung maximal möglichen Kondensatorspannung entspricht.

15 8. Verlustarmes Entlastungsnetzwerk nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Kapazität des Kondensators (C1) so gewählt ist, dass sich am Kondensator bei Ausbildung einer Selbstinduktionsspitze eine Änderung der am Kondensator anliegenden Spannung bis maximal etwa 10% der Versorgungsspannung der zu entlastenden Schaltung einstellt.

20 9. Verlustarmes Entlastungsnetzwerk nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei der Dreipol (3) so an einem steuerbaren Schaltelement (T1) angeordnet ist, dass die an dem Schaltelement (T1) entstehende Überspannungsspitze, verursacht von einer geschalteten Induktivität (L2), abgeleitet wird.

25 10. Verlustarmes Entlastungsnetzwerk nach einem der Ansprüche 4 bis 9, wobei der Dreipol (3) an einer periodisch geschalteten Einzelinduktivität angeordnet ist.

30 11. Verlustarmes Entlastungsnetzwerk nach einem der Ansprüche 4 bis 10, wobei der Dreipol (3) in einem Schaltnetzteil (1), insbesondere einem Schaltnetzteil (1) nach dem Sperrwandlerprinzip, angeordnet ist.

12. Verlustarmes Entlastungsnetzwerk nach Anspruch 11, wobei das Schaltnetzteil (1) von einem Antriebsregler für Servomotoren umfasst ist.

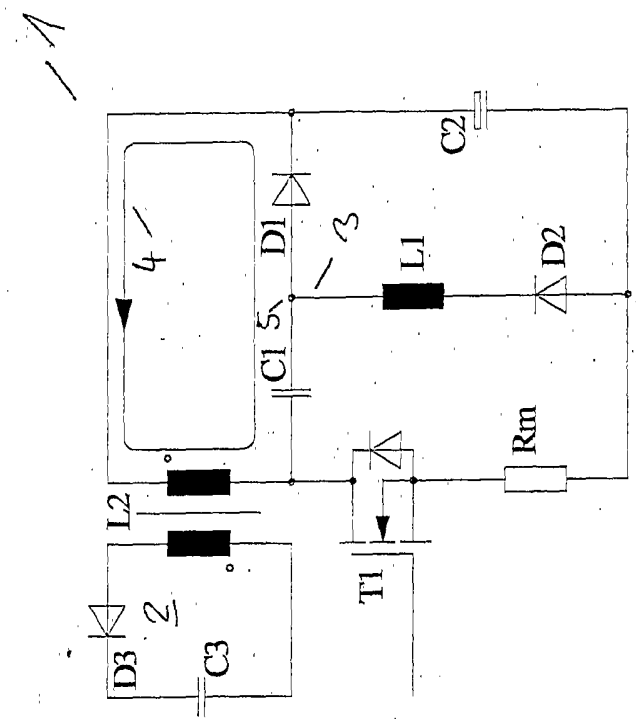


Fig. 1

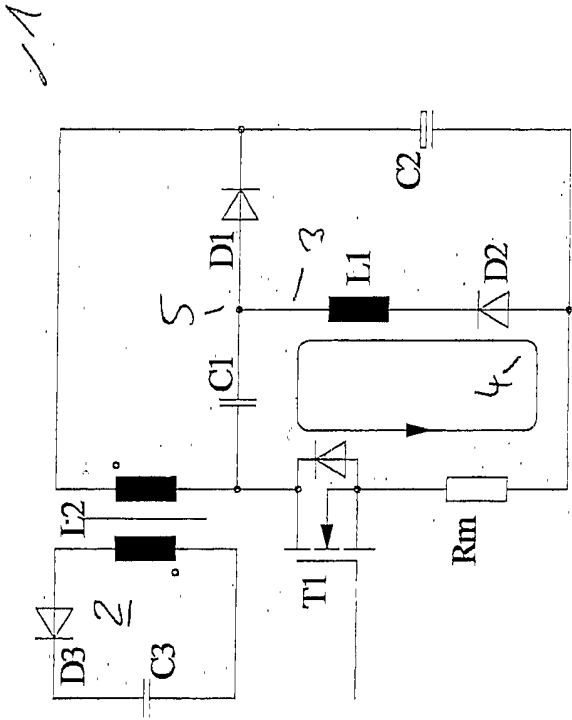
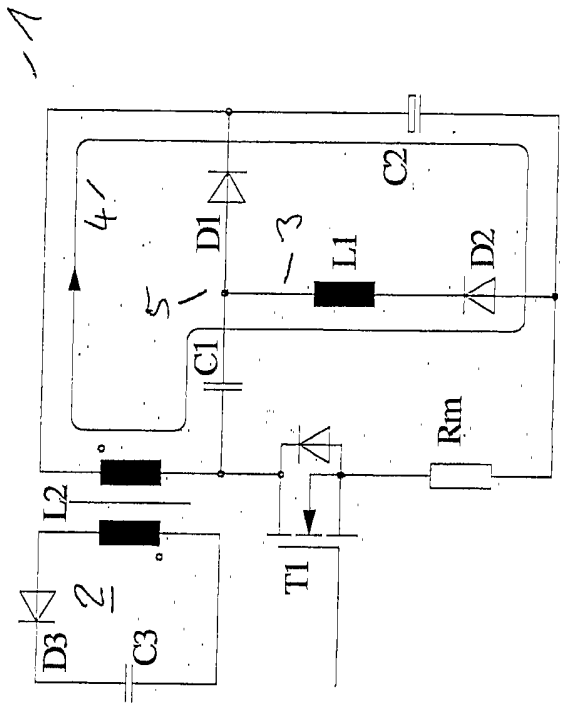


Fig. 2



PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 311781	WEITERES VORGEHEN siehe Formblatt PCT/ISA/220 sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2006/002631	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 22/03/2006	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 18/04/2005
Anmelder BOSCH REXROTH AG		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 4 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** beruht die internationale Recherche auf

- ☒ der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde
- ☐ einer Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache _____, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (Regeln 12.3 a) und 23.1 b)).

b. ☐ Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** siehe Feld Nr. I.

2. ☐ **Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen** (siehe Feld Nr. II).

3. ☐ **Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung** (siehe Feld Nr. III).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

- ☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.
- ☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

- ☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.
- ☒ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld Nr. IV angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Hinsichtlich der **Zeichnungen**

- a. ist folgende Abbildung der **Zeichnungen** mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1
- ☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen
- ☐ wie von der Behörde ausgewählt, weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.
- ☐ wie von der Behörde ausgewählt, weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.
- b. ☐ wird keine der Abbildungen mit der Zusammenfassung veröffentlicht.

Feld Nr. IV Wortlaut der Zusammenfassung (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

Die Erfindung zeigt ein Verfahren für den verlustarme Abbau einer Selbstinduktionsspannung an einem steuerbaren Schaltelement (T1) mittels eines Entlastungsnetzwerkes (3), welches erste und zweite Stromventile (D1, D2), eine Induktivität (L1) und eine Kapazität (C1) umfasst, wobei in einem ersten Schritt die Kapazität (C1) geladen wird und in einem zweiten Schritt die in der Kapazität (C1) gespeicherte Energie auf die Induktivität (L1) übertragen wird und in einem dritten Schritt die in der Induktivität (L1) gespeicherte Energie einem anschließbaren Verbraucher zur Verfügung gestellt wird. Das verlustarme Entlastungsnetzwerk (3) ist als Dreipol (3) realisiert, welcher einen ersten und einen zweiten Zweig umfasst, wobei der erste Zweig eine Reihenschaltung aus der Kapazität (C1) und dem ersten Stromventil (D1) umfasst und der zweite Zweig eine Reihenschaltung aus der Induktivität (L1) und dem zweiten Stromventil (D2) umfasst und der zweite Zweig zwischen den Bauelementen des ersten Zweiges mit dem ersten Zweig elektrisch leitend verbunden ist. Der Vorteil der Erfindung liegt in einer drastischen Reduzierung von Verlustwärme und in einer daraus resultierenden möglichen Verminderung des erforderlichen Bauvolumens elektrischer Schaltungen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/002631

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H03K17/0814

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PETKOV R ET AL: "Analysis and optimisation of a flyback convertor with a nondissipative snubber" IEE PROCEEDINGS: ELECTRIC POWER APPLICATIONS, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB, vol. 142, no. 1, 1 January 1995 (1995-01-01), pages 35-42, XP006004043 ISSN: 1350-2352 the whole document ----- -/--	1-12

☒ 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 document 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 July 2006

Date of mailing of the international search report

04/08/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moll, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/002631

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	TAMOTSU NINOMIYA ET AL: "DESIGN OF A NONDISSIPATIVE LC SNUBBER IN A FORWARD CONVERTER" ELECTRONICS & COMMUNICATIONS IN JAPAN, PART I - COMMUNICATIONS, WILEY, HOBOKEN, NJ, US, vol. 73, no. 10, 1 October 1990 (1990-10-01), pages 63-71, XP000224952 ISSN: 8756-6621 the whole document -----	1-12
X	MASAHITO JINNO: "Efficiency Improvement for SR Forward Converters With LC Snubber" IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 16, no. 6, November 2001 (2001-11), XP011043603 ISSN: 0885-8993 the whole document -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/002631

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H03K17/0814

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

B. RECHERCHIERTE 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PETKOV R ET AL: "Analysis and optimisation of a flyback convertor with a nondissipative snubber" IEE PROCEEDINGS: ELECTRIC POWER APPLICATIONS, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB, Bd. 142, Nr. 1, 1. Januar 1995 (1995-01-01), Seiten 35-42, XP006004043 ISSN: 1350-2352 das ganze Dokument ----- -/--	1-12

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☐ Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*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)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>*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</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
27. Juli 2006	04/08/2006
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Mol1, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/002631

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	TAMOTSU NINOMIYA ET AL: "DESIGN OF A NONDISSIPATIVE LC SNUBBER IN A FORWARD CONVERTER" ELECTRONICS & COMMUNICATIONS IN JAPAN, PART I - COMMUNICATIONS, WILEY, HOBOKEN, NJ, US, Bd. 73, Nr. 10, 1. Oktober 1990 (1990-10-01), Seiten 63-71, XP000224952 ISSN: 8756-6621 das ganze Dokument -----	1-12
X	MASAHITO JINNO: "Efficiency Improvement for SR Forward Converters With LC Snubber" IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 16, Nr. 6, November 2001 (2001-11), XP011043603 ISSN: 0885-8993 das ganze Dokument -----	1-12