

(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  
1. März 2007 (01.03.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2007/023061 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/064786

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. Juli 2006 (28.07.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2005 040 549.5 26. August 2005 (26.08.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SOMMER, Rainer [DE/DE]; Im Kirschgarten 14 B, 91336 Heroldsbach (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

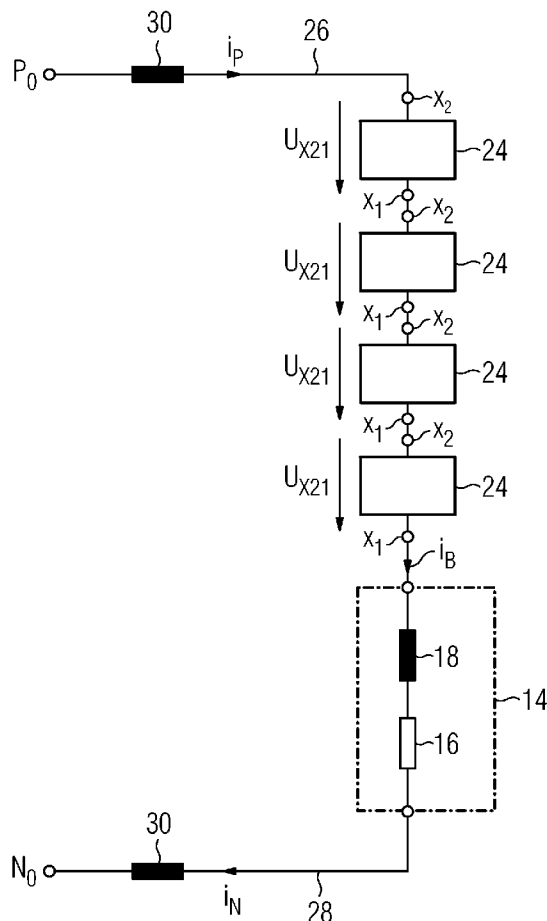
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, 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, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PULSE RESISTOR

(54) Bezeichnung: PULSWIDERSTAND



(57) Abstract: The invention relates to a pulse resistor for a frequency converter in the higher voltage and capacity range. The inventive pulse resistor is characterized by comprising at least two bipolar subsystems (24) and a resistor element (14), said subsystems (24) and said resistor element (14) being connected in series. The inventive pulse resistor is devoid of the drawbacks of known pulse resistors, it can be finely controlled by a brake current ( $i_B$ ) and can be adapted to any medium voltage by simple means.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf einen Pulswiderstand für einen Umrichter im höheren Spannungs- und Leistungsbereich. Erfindungsgemäß weist dieser Pulswiderstand wenigstens zwei zweipolige Subsysteme (24) und ein Widerstandselement (14) auf, wobei diese Subsysteme (24) und das Widerstandselement (14) elektrisch in Reihe geschaltet sind. Somit erhält man einen Pulswiderstand, der die Nachteile eines bekannten Pulswiderstandes nicht mehr aufweist, mit dem ein Bremsstrom ( $i_B$ ) feinstufig steuerbar ist und der mit einfachen Mitteln an jede beliebige Mittelspannung angepasst werden kann.

WO 2007/023061 A2



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:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Beschreibung

Pulswiderstand

5 Die Erfindung bezieht sich auf einen Pulswiderstand für einen Umrichter im höheren Spannungs- und Leistungsbereich.

Für geregelte elektrische Antriebe und Energieversorgungsanlagen werden in höheren Spannungsbereichen zunehmend Umrichter mit eingepprägter Gleichspannung verwendet. Ein solcher Umrichtertyp wird auch als U-Umrichter bezeichnet. Zu den höheren Spannungsbereichen sind die genormten Mittelspannungen 2,3kV, 3,3kV, 4,16kV und 6,9kV zu zählen.

15 In der FIG 1 ist ein Ersatzschaltbild eines aus dem Stand der Technik bekannten U-Umrichters dargestellt, von dem wegen der Übersichtlichkeit nur ein lastseitiger dreiphasiger Stromrichter 2 veranschaulicht ist. Wegen des hohen Spannungsbereiches weisen die Stromrichterventile T1-T6 dieses lastseitigen dreiphasigen Stromrichters 2 jeweils mehrere elektrisch in Reihe geschaltete abschaltbare Halbleiterschalter 4 auf, denen jeweils eine Diode 6 antiparallel geschaltet sind. Da jedes Stromrichterventil T1-T6 drei abschaltbare Halbleiterschalter 4 aufweist, wird diese Stromrichtertopologie auch  
25 als Zweipunkt-Stromrichter mit der Reihenschaltzahl Drei bezeichnet. Jeweils zwei Stromrichterventile T1,T2 bzw. T3,T4 bzw. T5,T6 bilden einen Brückenzweig 8, der einen Phasenbaustein des Zweipunkt-Stromrichters 2 darstellt. Jeder Verbindungspunkt 10 zweier Stromrichterventile T1,T2 bzw. T3,T4 bzw. T5,T6 bildet einen Anschluss L1 bzw. L2 bzw. L3 für den Anschluss einer dreiphasigen Last, beispielsweise eines Drehstrommotors. Die drei Phasenbausteine 8 des dreiphasigen Stromrichters 2 sind mittels zweier Sammelschienen P<sub>0</sub> und N<sub>0</sub> elektrisch parallel geschaltet. Zwischen diesen beiden Sammelschienen P<sub>0</sub> und N<sub>0</sub> ist ein Gleichspannungs-Zwischenkreis-  
35 kondensator C<sub>ZW</sub> geschaltet, der beispielsweise aus einem oder einer Anzahl mehrerer elektrisch in Reihe und/oder parallel geschalteter Kondensatoren besteht. An diesem Gleich-

spannungs-Zwischenkreiskondensator  $C_{ZW}$  liegt eine Gleichspannung  $U_d$ . In diesem Ersatzschaltbild eines Zweipunkt-Stromrichters mit der Reihenschaltzahl Drei sind als abschaltbare Halbleiterschalter 4 Insulated-Gate-Bipolar-Transistoren (IGBT) vorgesehen. Die Reihenschaltzahl ist abhängig von der an Gleichspannungs-Zwischenkreiskondensator  $C_{ZW}$  anstehenden Gleichspannung  $U_d$  und der Sperrfähigkeit im Handel erhältlicher IGBT's.

Bei einer temporären Energierückspeisung in den Gleichspannungs-Zwischenkreiskondensator  $C_{ZW}$  kann die am Gleichspannungs-Zwischenkreiskondensator  $C_{ZW}$  anstehende Gleichspannung  $U_d$  derart ansteigen, dass ein zulässiger Maximalwert dieser Gleichspannung überschritten wird. Ein derartiger Fall tritt insbesondere beim Bremsbetrieb eines an den Anschlüssen L1, L2 und L3 angeschlossenen Drehstrommotors auf. Auch andere Ursachen, die im Allgemeinen von kurzer Dauer sind, beispielsweise schnelle Schwankungen der Netzspannung eines speisenden Netzes oder Lastschwankungen, können zu derartigen Überspannungen führen. Um diese Problematik zu beherrschen, sind folgende Maßnahmen bekannt:

- Anschluss eines rückspeisefähigen Stromrichters, der elektrisch parallel zum Gleichspannungs-Zwischenkreiskondensator  $C_{ZW}$  geschaltet wird. Dadurch kann die überschüssige Energie aus dem Gleichspannungs-Zwischenkreiskondensator  $C_{ZW}$  in ein aufnahmefähiges Netz zurückgeführt werden.
- Anschluss eines pulsgesteuerten Widerstandes an den Sammelschienen  $P_0, N_0$  des Gleichspannungs-Zwischenkreises, womit die überschüssige Energie des Gleichspannungs-Zwischenkreiskondensators  $C_{ZW}$  in Wärme umgewandelt wird.

In der FIG 2 ist ein Ersatzschaltbild eines pulsgesteuerten Widerstandes, der auch als Pulswiderstand bezeichnet, dargestellt. Dieser bekannte Pulswiderstand besteht aus einem Stellglied 12 und einem Widerstandselement 14. Als Stellglied 12 wird ein Phasenbaustein 8 verwendet, bei dem die abschalt-

baren Halbleiterschalter 4 des unteren Stromrichterventils T8 nicht benötigt werden. Die Realisierung des oberen Stromrichterventils T7 dieses Phasenbausteins 8 entspricht der Realisierung des Stromrichterventils T1 bzw. T3 bzw. T5 des lastseitigen dreiphasigen Stromrichters 2 nach FIG 1. Zum Verständnis sind im Ersatzschaltbild die abschaltbaren Halbleiterschalter 4 des unteren Stromrichterventils T8 des Stellgliedes 12 des Pulswiderstandes nicht explizit dargestellt. Diese können jedoch im Phasenbaustein 8 vorhanden sein, werden jedoch bei der Funktion "Bremsen" nicht angesteuert. Elektrisch parallel zum unteren Stromrichterventil T8 mit der Reihenschaltzahl Drei ist das Widerstandselement 14 geschaltet. Dieses Widerstandselement 14 weist einen ohmschen und einen induktiven Teil 16 und 18 auf. Der induktive Teil 18 veranschaulicht seine parasitäre Induktivität. Dieser Pulswiderstand weist für hohe Spannungen folgende Nachteile auf:

- a) Die Ströme  $i_P$  und  $i_N$  in den Zuleitungen 20 und 22 des Pulswiderstandes weisen eine sehr hohe Stromsteilheit  $di/dt$  auf, die zur Abstrahlung elektromagnetischer Störungen führen.
- b) Um auftretende Spannungen an den abschaltbaren Halbleiterschaltern 4 zu begrenzen, müssen die Zuleitungen 20 und 22 räumlich kurz und induktivitätsarm ausgeführt werden.
- c) Dieser Pulswiderstand hat Zweipunktverhalten und erzeugt im periodischen Pulsbetrieb eine hohe Wechselstromkomponente des Stromes  $i_P$  und  $i_N$  in den Zuleitungen 20 und 22.
- d) Dieser Pulswiderstand benötigt zu seiner Funktion einen Gleichspannungskondensator  $C_{ZW}$  in möglichst unmittelbarer, räumlicher Nähe. D.h., dass dieser Pulswiderstand unmittelbar räumlich in der Nähe des Gleichspannungs-Zwischenkreiskondensators  $C_{ZW}$  angeordnet sein muss.

Die Nachteile der Punkte a) und b) sind insbesondere störend, wenn der pulsgesteuerte Widerstand 14 als optionaler Zusatz

zum Stromrichter 2 eingesetzt werden soll. Der Nachteil gemäß Punkt c) führt zu einer erhöhten Welligkeit der Gleichspannung  $U_d$  des Gleichspannungs-Zwischenkreiskondensators  $C_{ZW}$  des Zweipunkt-Stromrichters 2 mit der Reihenschaltzahl Drei. Diese erhöhte Welligkeit verursacht unerwünschte Rückwirkungen auf die Funktion anderer an den Sammelschienen  $P_0, N_0$  angeschlossener Stromrichter. Durch den Nachteil gemäß Punkt d) kann dieser Pulswiderstand nicht bei Stromrichtertopologien verwendet werden, die keinen Gleichspannungs-Zwischenkreiskondensator  $C_{ZW}$  aufweisen.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen Pulswiderstand anzugeben, der die aufgeführten Nachteile nicht mehr aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, dass anstelle von abschaltbaren Halbleiterschaltern nun wenigstens zwei zweipolige Subsysteme verwendet werden, kann das Widerstandselement des Pulswiderstandes direkt in Reihe zu den elektrisch in Reihe geschalteten Subsystemen geschaltet werden. Durch die Wahl der Anzahl der Subsysteme kann man die Feinstufigkeit der Steuerbarkeit eines Bremsstromes bestimmen. Da die zweipoligen Subsysteme jeweils einen unipolaren Speicherkondensator aufweisen, benötigt dieser erfindungsgemäße Pulswiderstand keinen Gleichspannungskondensator mehr. Somit entfällt auch die Bedingung, dass dieser Pulswiderstand in unmittelbarer räumlicher Nähe eines Gleichspannungs-Zwischenkreiskondensators eines lastseitigen Stromrichters angeordnet sein muss. D.h., dieser erfindungsgemäße Pulswiderstand kann mittels zweier Zuleitungen, beispielsweise Leitungslitzen, mit einer positiven und negativen Sammelschiene eines lastseitigen Stromrichters verbunden sein.

Durch das Zu- und Wegschalten von Subsystemen des erfindungsgemäßen Pulswiderstandes wird ein Bremsstrom in Stufen gesteuert, d.h., der erfindungsgemäße Pulswiderstand weist kein

Zweipunktverhalten mehr auf. Dadurch entstehen in den Zuleitungen des Pulswiderstandes keine hohen Wechselstromkomponenten des Stromes mehr.

5 Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des Pulswiderstandes sind die Speicherkondensatoren der elektrisch in Reihe geschalteten Subsysteme derart bemessen, dass eine in parasitären Induktivitäten der Zuleitungen und des Widerstandselementes gespeicherte Energie klein gegenüber einer in diesen  
10 Speicherkondensatoren gespeicherten Energie ist. Dadurch wird eine resultierende Überspannung beim Abschalten eines Bremsstromes minimal. Diese Bedingung wird dadurch erreicht, dass die Speicherkondensatoren genügend groß bemessen sind.

15 Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Pulswiderstandes sind die Speicherkondensatoren der elektrisch in Reihe geschalteten Subsysteme derart bemessen, dass die aus Widerstandselement und Speicherkondensatoren gebildete Zeitkonstante klein gegenüber der Dauer eines jeden Schaltzustandes der Subsysteme ist. Dadurch wird verhindert, dass die  
20 Spannungen an den unipolaren Speicherkondensatoren der elektrisch in Reihe geschalteten Subsystemen unnötig während eines jeden Schaltvorganges schwanken. Diese Bedingung wird ebenfalls durch genügend große Speicherkondensatoren erfüllt.

25

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung näher Bezug genommen, in der eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Pulswiderstandes schematisch veranschaulicht  
ist.

30

FIG 1 zeigt ein Ersatzschaltbild eines lastseitigen Stromrichters eines aus dem Stand der Technik bekannten U-Umrichters, in der

FIG 2 ist ein Ersatzschaltbild eines bekannten pulsge-  
35 steuerten Widerstandes dargestellt, die

FIG 3 zeigt ein Ersatzschaltbild eines erfindungsgemäßen Pulswiderstandes, und die

FIG 4 und 5 zeigen jeweils eine Schaltungsanordnung eines Subsystems.

Gemäß dem Ersatzschaltbild des erfindungsgemäßen Pulswiderstandes nach FIG 3 sind vier Subsysteme 24 und ein Widerstandselement 14 elektrisch in Reihe geschaltet. Die Anzahl der Subsysteme 24 sind in dieser Darstellung beispielhaft. D.h., die Anzahl der Subsysteme 24, die elektrisch in Reihe geschaltet sind, ist beliebig. Beispielsweise bestimmt die Anforderung an einer Feinstufigkeit der Steuerbarkeit eines Bremsstromes  $i_B$  die Anzahl der verwendeten Subsysteme 24. Dieser Pulswiderstand wird mittels einer Zuleitung 26 und 28 mit einer Sammelschiene  $P_0$  und  $N_0$  eines lastseitigen Stromrichters 2 elektrisch leitend verbunden. Bestimmte Anforderungen an diesen Zuleitungen 26 und 28 wie bei den Zuleitungen 20 und 22 des bekannten Pulswiderstandes gemäß FIG 2 werden beim erfindungsgemäßen Pulswiderstand nicht gestellt.

Um den Bremsstrom  $i_B$  zu steuern, müssen nur die einzelnen Subsysteme 24 zu- oder weggeschaltet werden, wobei alle gleichzeitig oder nacheinander zu- oder weggeschaltet werden. Im Ruhezustand, wenn der Bremsstrom  $i_B$  Null ist, sind alle Subsysteme 24 in einem Schaltzustand, in denen die Klemmenspannungen  $U_{X21}$  der Subsysteme 24 jeweils unabhängig von der Klemmenstromrichtung von Null verschiedene Werte annehmen und jedes Subsystem 24 je nach Klemmenstromrichtung Energie aufnimmt bzw. abgibt. Dieser Schaltzustand wird gemäß der DE 101 03 031 A1 als Schaltzustand II bezeichnet. Um den maximalen Bremsstrom  $i_{Bmax}$  zu realisieren, werden alle Subsysteme in einem Schaltzustand gesteuert, in denen die Klemmenspannungen  $U_{X21}$  der Subsysteme 24 jeweils unabhängig von der Klemmenstromrichtung den Wert Null annehmen. Dieser Schaltzustand wird gemäß der DE 101 03 031 A1 mit Schaltzustand I bezeichnet. Um feinstufige Zwischenwerte des Bremsstromes ( $0 < i_B < i_{Bmax}$ ) zu realisieren, werden in  $n$  Subsystemen 24 nur eines bis  $n-1$  Subsysteme 24 in dem Schaltzustand I geschaltet. Die verbleibenden Subsysteme 24 werden im Schaltzustand II belassen.

Entsprechend dem aus DE 101 03 031 A1 bekannten Verfahren zur Symmetrierung der an den Speicherkondensatoren 40 der n Subsystemen 24 anstehenden Spannungen  $U_C$  werden innerhalb einer Reihenschaltung von n Subsystemen 24 jeweils die Subsysteme 5 24 mit den höchsten Kondensator-Spannungen  $U_C$  bevorzugt in den Schaltzustand I geschaltet.

Um diese Kondensatorspannungen  $U_C$  nicht unnötig stark während der Schaltvorgänge schwanken zu lassen, ist es vorteilhaft 10 und sinnvoll, die Dauer jedes Schaltzustandes klein gegen die aus den ohmschen Widerstandelement 14 und den Speicherkondensatoren 40 der n Subsystemen 24 gebildete Zeitkonstante zu wählen. Dies wird durch genügend große Speicherkondensatoren 40 der n Subsysteme 24 erreicht. Eine zweite Möglichkeit besteht 15 darin, die Schaltfrequenz genügend hoch zu wählen.

Um eine beim Abschalten des Bremsstromes  $i_B$  resultierende Überspannung der Speicherkondensatoren 40 der n Subsysteme 24 zu minimieren, ist es anzustreben, die in den parasitären Induktivitäten 30 und 18 der Zuleitungen 26,28 und des Widerstandselementes 14 gespeicherten Energien klein gegen die in den Speicherkondensatoren 40 der n Subsystemen 24 gespeicherten Energien zu halten. Dies kann immer durch genügend groß bemessene Speicherkondensatoren 40 der n Subsystemen 24 erreicht 25 werden.

Die FIG 4 zeigt eine aus der DE 101 03 031 A1 bekannte einfache Schaltungsanordnung für das Subsystem 24 des Pulswiderstandes nach FIG 3. Die Schaltungsanordnung nach FIG 5 stellt 30 eine funktional völlig gleichwertige Variante dar. Dieses bekannte zweipolige Subsystem 24 weist zwei abschaltbare Halbleiterschalter 32 und 34, zwei Dioden 36 und 38 und einen unipolaren Speicherkondensator 40 auf. Die beiden abschaltbaren Halbleiterschalter 32 und 34 sind elektrisch in Reihe geschaltet, wobei diese Reihenschaltung elektrisch parallel zum 35 Speicherkondensator 40 geschaltet ist. Jedem abschaltbaren Halbleiterschalter 32 und 34 ist eine der beiden Dioden 36 und 38 derart elektrisch parallel geschaltet, dass diese zum

korrespondierenden abschaltbaren Halbleiterschalter 32 oder 34 antiparallel geschaltet ist. Der unipolare Speicherkondensator 40 des Subsystems 24 besteht entweder aus einem Kondensator oder einer Kondensatorbatterie aus mehreren solchen  
5 Kondensatoren mit einer resultierenden Kapazität  $C_0$ . Der Verbindungspunkt von Emitter des abschaltbaren Halbleiterschalters 32 und Anode der Diode 36 bildet eine Anschlussklemme X1 des Subsystems 24. Der Verbindungspunkt der beiden abschaltbaren Halbleiterschalter 32 und 34 und der beiden Dioden 36  
10 und 38 bilden eine zweite Anschlussklemme X2 des Subsystems 24.

In der Ausführungsform des Subsystems 24 gemäß FIG 5 bildet dieser Verbindungspunkt die erste Anschlussklemme X1. Der  
15 Verbindungspunkt von Drain des abschaltbaren Halbleiterschalters 34 und Kathode der Diode 38 bildet die zweite Anschlussklemme X2 des Subsystems 24.

Im Schaltzustand I ist der abschaltbare Halbleiterschalter 32  
20 eingeschaltet und der abschaltbare Halbleiterschalter 34 ausgeschaltet. Um den Schaltzustand II zu erreichen, sind der abschaltbare Halbleiterschalter 32 ausgeschaltet und der abschaltbare Halbleiterschalter 34 eingeschaltet. Im Schaltzustand I ist die Klemmenspannung  $U_{X21}$  des Systems 24 gleich  
25 Null, wogegen im Schaltzustand II die Klemmenspannung  $U_{X21}$  gleich der am Speicherkondensator 40 anstehenden Kondensatorspannung  $U_C$  ist.

Durch die Wahl der Anzahl der elektrisch in Reihe geschalteten Subsysteme 24 des Pulswiderstandes nach FIG 3 kann dieser  
30 erfindungsgemäße Pulswiderstand mit einfachen Mitteln an jede beliebige genormte Mittelspannung angepasst werden. Mit der Wahl der Anzahl von Subsystemen 24 des Pulswiderstandes nach FIG 3 wird ebenfalls die an jedem Speicherkondensator 40 anstehende Kondensatorspannung  $U_C$  vorbestimmt. Diese Kondensatorspannung  $U_C$  bestimmt auch die Spannungsfestigkeit der beiden abschaltbaren Halbleiterschalter 32 und 34. Als abschaltbarer Halbleiterschalter 32 und 34 werden wie in den Figuren  
35

4 und 5 dargestellt Insulated-Gate-Bipolar-Transistoren (IGBT) verwendet. Ebenfalls können MOS-Feldeffekttransistoren, auch als MOSFET bezeichnet, verwendet werden.

5 Mit diesem erfindungsgemäßen Pulswiderstand lassen sich alle zuvor genannten Nachteile a) bis d) vermeiden. Dieser Pulswiderstand nach der Erfindung weist darüber hinaus noch die folgenden Vorzüge auf:

- 10 - Feinstufige Steuerbarkeit des Bremsstromes  $i_B$  in mehreren Zwischenstufen, entsprechend der Anzahl der reihengeschalteten Subsysteme 24.
- Einheitliche Realisierung mit den aus der DE 101 03 031 A1 bekannten Subsystemen.

15

Die Summe dieser Eigenschaften rechtfertigt, insbesondere für Umrichter im höheren Spannungs- und Leistungsbereich, die höhere Anzahl an Bauelementen.

## Patentansprüche

1. Pulswiderstand für einen Umrichter im höheren Spannungs- und Leistungsbereich mit wenigstens zwei zweipoligen Subsystemen (24) und einem Widerstandselement (14), wobei diese  
5 Subsysteme (24) und das Widerstandselement (14) elektrisch in Reihe geschaltet sind.
2. Pulswiderstand nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
10 k e n n z e i c h n e t , dass das zweipolige Subsystem (24) zwei abschaltbare Halbleiterschalter (32,34), zwei Dioden (36,38) und einen unipolaren Speicherkondensator (40) aufweist, wobei die beiden abschaltbaren Halbleiterschalter (32,34) elektrisch in Reihe geschaltet sind, die elektrisch  
15 parallel zum unipolaren Speicherkondensator (40) geschaltet sind, und wobei jedem abschaltbaren Halbleiterschalter (32,34) eine Diode (36,38) antiparallel geschaltet ist.
3. Pulswiderstand nach einem der vorgenannten Ansprüche,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Speicherkondensatoren (40) der zweipoligen Subsysteme (24) derart bemessen sind, dass eine in parasitären Induktivitäten (30, 18) von Zuleitungen (26,28) und des Widerstandselements (14) gespeicherte Energie klein gegenüber einer in den Speicher-  
25 kondensatoren (40) gespeicherte Energie ist.
4. Pulswiderstand nach einem der Ansprüche 1 oder 2, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Speicherkondensatoren (40) der zweipoligen Subsysteme (24) derart be-  
30 messen sind, dass die aus Widerstandselement (14) und Speicherkondensatoren (40) gebildete Zeitkonstante klein gegenüber die Dauer eines Schaltzustandes ist.
5. Pulswiderstand nach Anspruch 2, d a d u r c h g e -  
35 k e n n z e i c h n e t , dass die Anschlussklemmen (X1,X2), eines jeden Subsystems (24) mit den Anschlüssen des unteren abschaltbaren Halbleiterschalters (32) der elektrisch in Rei-

he geschalteten abschaltbaren Halbleiterschalter (32,34) elektrisch leitend verbunden sind.

- 5 6. Pulswiderstand nach Anspruch 2, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass die Anschlussklemmen (X1,X2)  
eines jeden Subsystems (24) mit den Anschlüssen des oberen  
abschaltbaren Halbleiterschalters (34) der elektrisch in Rei-  
he geschalteten abschaltbaren Halbleiterschalter (32,34) e-  
lektrisch leitend verbunden sind.
- 10 7. Pulswiderstand nach einem der vorgenannten Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als ab-  
schaltbarer Halbleiterschalter (32,34) ein Insulated-Gate-  
Bipolar-Transistor vorgesehen ist.
- 15 8. Pulswiderstand nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als abschalt-  
barer Halbleiterschalter (32,34) ein MOS-Feldeffekttransistor  
vorgesehen ist.
- 20 9. Pulswiderstand nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als abschalt-  
barer Halbleiterschalter (32,34) Gate-Turn-Off-Thyristor vor-  
gesehen ist.
- 25 10. Pulswiderstand nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als abschalt-  
barer Halbleiterschalter (32,34) ein Integrated-Gate-Commu-  
tated-Thyristor vorgesehen ist.

FIG 1

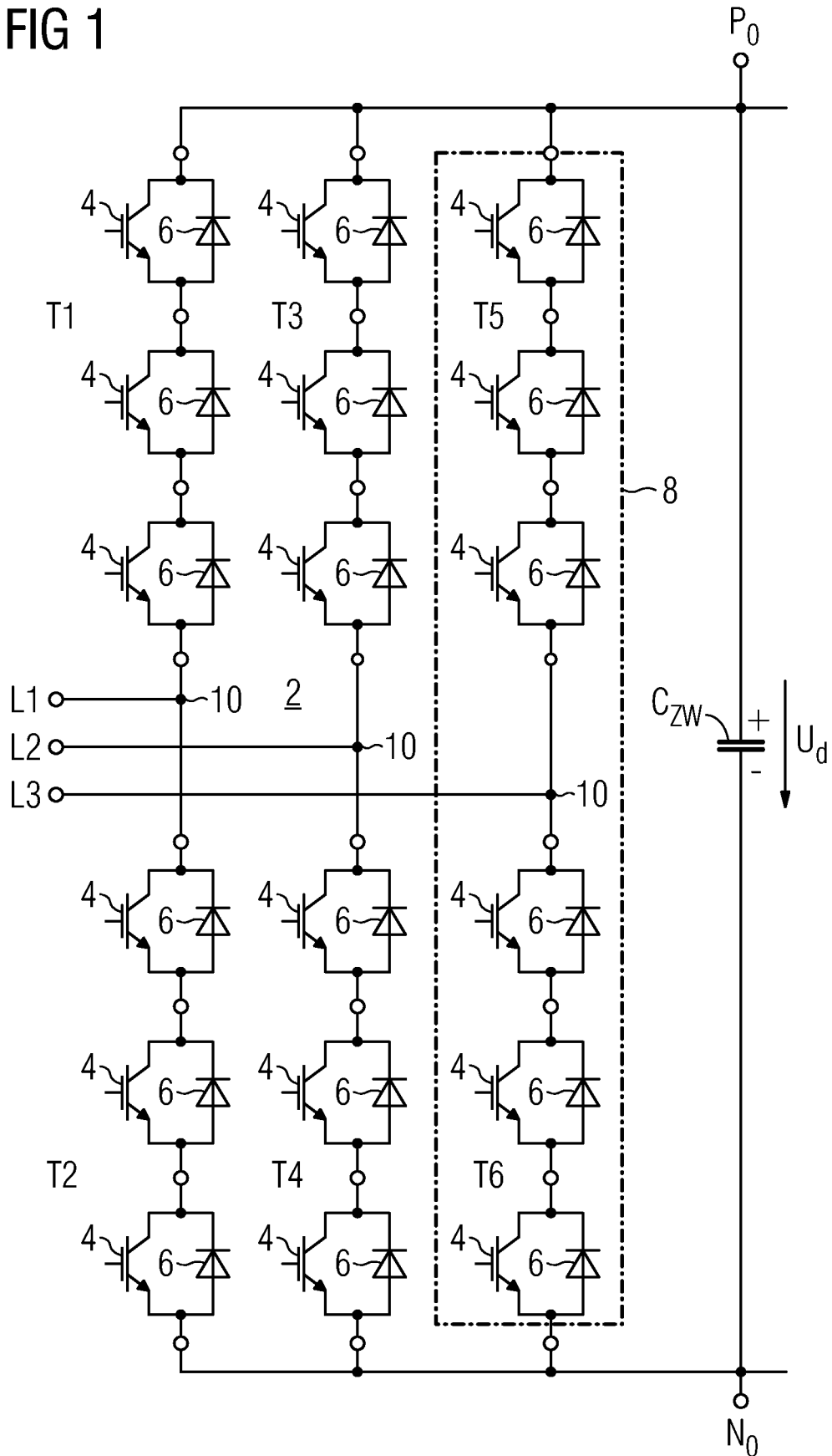


FIG 2

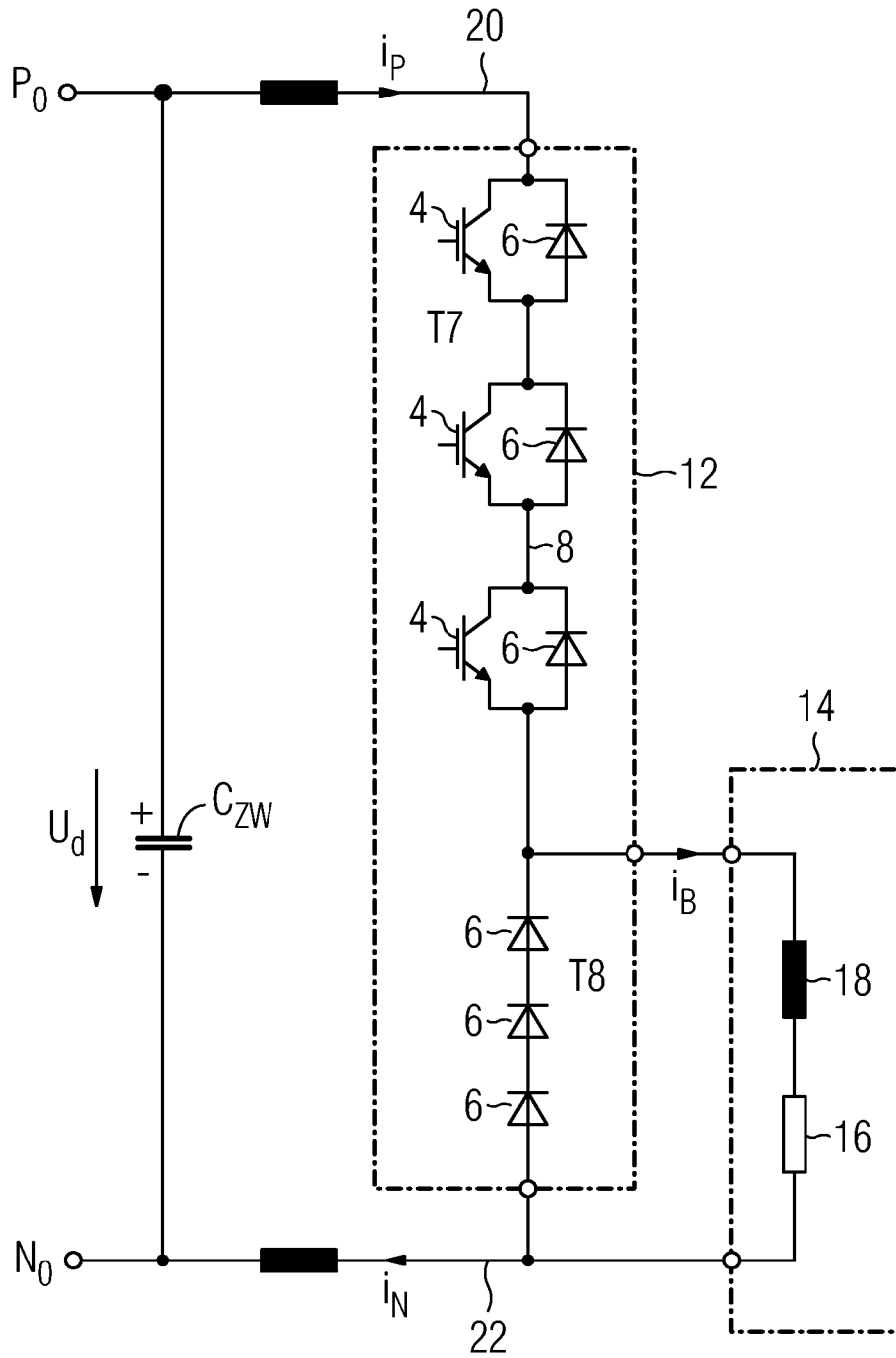


FIG 3

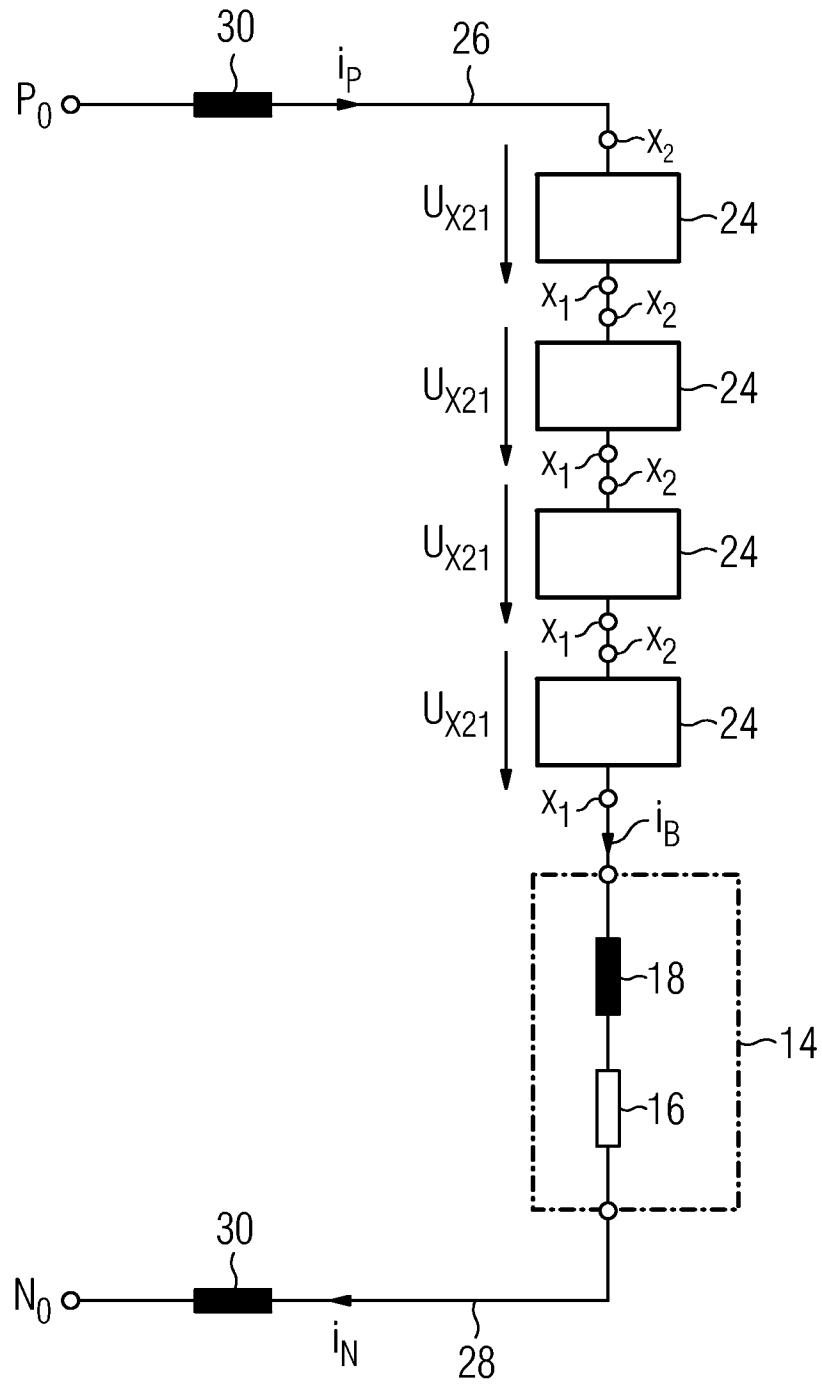


FIG 4

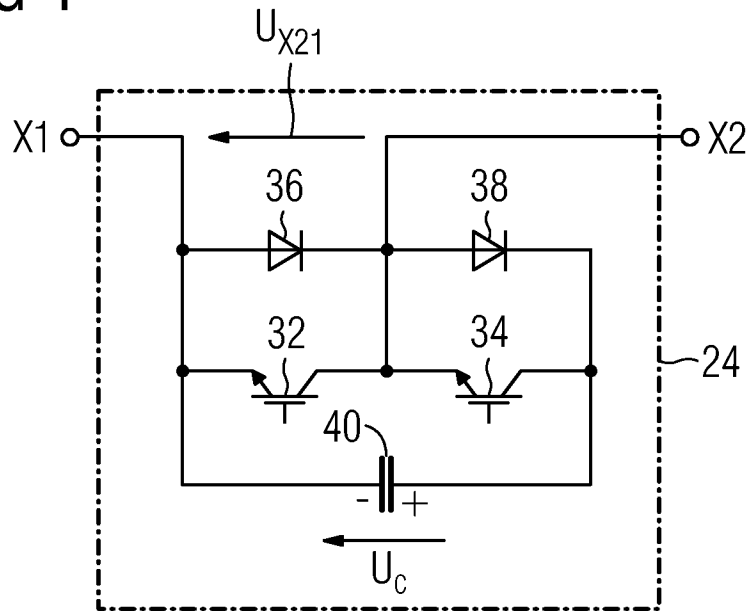


FIG 5

