

(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
13. August 2009 (13.08.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/097929 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02M 1/08 (2006.01) H02M 1/32 (2007.01)
H02M 7/162 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/066645

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Dezember 2008 (02.12.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A192/2008 7. Februar 2008 (07.02.2008) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AG ÖSTERREICH [AT/AT]; Siemensstrasse 92, A-1210 Wien (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOFMÜLLER, Wilfried [AT/AT]; Anton-Wildgans-Gasse 3, A-2000 Stockerau (AT). PICHORNER, Heinz [AT/AT]; Pettendorf 70, A-3464 Pettendorf (AT).

(74) Anwalt: MAIER, Daniel; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

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

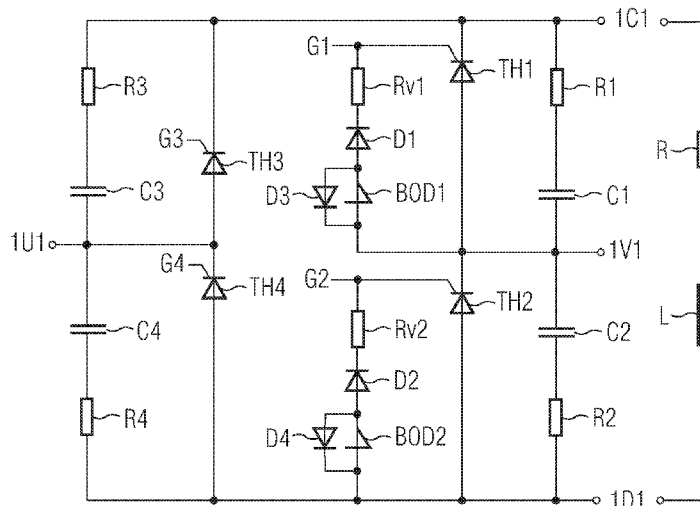
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: PROTECTION CIRCUIT FOR A THYRISTOR BRIDGE CIRCUIT

(54) Bezeichnung: SCHUTZBESCHALTUNG FÜR EINE THYRISTORBRÜCKENSCHALTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a thyristor bridge circuit comprising at least two parallel branches each having two thyristors disposed in series (TH1, TH2 and TH3, TH4), wherein an alternating voltage (1U1, 1V1) is present at connection points between the thyristors (TH1, TH2 and TH3, TH4) disposed in series, and wherein a load (R, L) is disposed in parallel to the branches. Each thyristor (TH1, TH2, or TH3, TH4) in one of the branches is associated with a passive ignition circuit connecting the anode to the gate (G1 and G2 or G3 and G4) of the thyristor (TH1 and TH2 or TH3 and TH4) in such a manner that a voltage present between the anode and cathode of the thyristor (TH1 and TH2 or TH3 and TH4) brings about an ignition impulse at the gate (G1 and G2 or G3 and G4) of the thyristor (TH1 and TH2 or TH3 and TH4) when a prescribed threshold value is achieved.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/097929 A1



Die Erfindung betrifft eine Thyristorbrückenschaltung, wenigstens zwei parallele Zweige mit jeweils zwei in Reihe angeordneten Thyristoren (TH1, TH2 bzw. TH3, TH4) umfassend, wobei an Verbindungspunkten zwischen den in Reihe angeordneten Thyristoren (TH1, TH2 bzw. TH3, TH4) eine Wechselspannung (1U1, 1V1) anliegt und wobei parallel zu den Zweigen eine Last (R, L) angeordnet ist. Dabei ist in einem der Zweige jedem Thyristor (TH1, TH2 oder TH3, TH4) jeweils eine passive Zündschaltung zugeordnet, welche die Anode mit dem Gate (G1 bzw. G2 oder G3 bzw. G4) des jeweiligen Thyristors (TH1 bzw. TH2 oder TH3 bzw. TH4) in der Weise verbindet, dass eine zwischen Anode und Kathode des Thyristors (TH1 bzw. TH2 oder TH3 bzw. TH4) anliegenden Spannung bei Erreichung eines vorgegebenen Schwellenwertes einen Zündimpuls am Gate (G1 bzw. G2 oder G3 bzw. G4) des Thyristors (TH1 bzw. TH2 oder TH3 bzw. TH4) hervorruft.

SCHUTZBESCHALTUNG FÜR EINE THYRISTORBRÜCKENSCHALTUNG

Beschreibung

5 Die Erfindung betrifft eine Thyristorbrückenschaltung,
wenigstens zwei parallele Zweige mit jeweils zwei in Reihe
angeordneten Thyristoren umfassend, wobei an
Verbindungspunkten zwischen den in Reihe angeordneten
Thyristoren eine Wechselspannung anliegt und wobei parallel
10 zu den Zweigen eine Last angeordnet ist.

Thyristorbrückenschaltungen werden in der Regel als
gesteuerte Gleichrichter betrieben. Dabei liegt
eingangsseitig eine zweiphasige oder dreiphasige
15 Wechselspannung an, welche mittels Anschnittsteuerung durch
abwechselndes Zünden der Thyristoren in den Zweigen der
Brückenschaltung an eine ausgangsseitige Last geschaltet
wird. Ein vorgegebener Steuerwinkel bestimmt dabei den
Zündzeitpunkt der Thyristoren und damit den Wert der
20 ausgangsseitigen gemittelten Spannung.

Die induktiven Anteile einer ausgangsseitigen Last führen
dazu, dass der Laststrom auch noch dann fließt, wenn sich die
Polarität der eingangsseitig anliegenden Spannung umkehrt.
25 Die leitenden Thyristoren eines Zweiges bleiben dabei so
lange eingeschaltet, bis die Phasenlage der eingangsseitigen
Wechselspannung den für die umgekehrte Polarität vorgegebenen
Steuerwinkel erreicht und eine Kommutierung auf den dann
gezündeten Zweig erfolgt. Auf diese Weise ist in der Regel
30 sichergestellt, dass immer ein Zweig leitend ist.

Es können jedoch Störungen auftreten, die dazu führen, dass
die Kommutierung auf einen anderen Zweig unterdrückt wird.
Das ist beispielsweise der Fall, wenn die eingangsseitige
35 Wechselspannung unterbrochen wird, zum Beispiel durch ein
abfallendes Schütz bei Netzausfall. Eine ausgangsseitige
Lastinduktivität erzwingt dabei weiterhin einen Laststrom

durch den noch leitenden Zweig der Thyristorbrücke. Erst wenn der Laststrom unter den Haltestrom der leitenden Thyristoren abfällt, schalten die Thyristoren des entsprechenden Zweigs ab. Die Thyristoren des anderen Zweigs bleiben abgeschaltet, weil der Steuerwinkel nicht erreicht wird. Somit sind bei Erreichung des Haltestromes alle Thyristoren abgeschaltet.

Die in der Lastinduktivität verbleibende Restenergie bewirkt jedoch weiterhin einen Stromfluss, der aufgrund des unterbrochenen Stromkreises zu einem Spannungsanstieg in kapazitiven Elementen der Schaltung führt. Diese kapazitiven Elemente bewirken zudem oft gemeinsam mit der Lastinduktivität Schwingungen, welche Spannungsspitzen zwischen Anode und Kathode der abgeschalteten Thyristoren hervorrufen können. Diese Spannungsspitzen lösen bei Überschreiten der Blockierspannung ein sogenanntes Überkopfzünden der Thyristoren aus, welches in der Regel zur Zerstörung der Thyristoren führt.

Derselbe negative Effekt kann auch auftreten, wenn die Zündimpulse der Thyristoren ausbleiben, beispielsweise durch einen Ausfall der Thyristoransteuerung, ohne vorherigen Stromabbau. Dabei wird die negative Wirkung einer an den abgeschalteten Thyristoren anliegenden Spannung durch die weiterhin eingangsseitig anliegende Wechselspannung verstärkt. In derartigen Betriebsfällen kommt es oft zum sogenannten Wechselrichterkippen.

Um die Zerstörung der Thyristoren im Fehlerfall zu vermeiden, kennt man beispielsweise aus der DE 23 00 754 überkopfzündfeste Thyristoren. Bei Thyristorbrücken zur Ansteuerung induktiven Lasten können jedoch auch bei überkopfzündfesten Thyristoren infolge eines schwingenden Laststromes unzulässig hohe Bauteilbelastungen auftreten.

Man kennt deshalb auch Thyristorbrückenschaltungen, welche ein parallel zur Last angeordnetes Überspannungsschutzelement

oder einen Widerstand vorsehen. Eine solche Freilaufschaltung stellt einen zusätzlichen Schaltungsaufwand, gegebenenfalls mit eigener Ansteuerung, dar. Ein Parallelwiderstand führt zudem zu einer unerwünschten Verlustleistung.

5

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Thyristorbrückenschaltung der eingangs genannten Art eine Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik anzugeben.

- 10 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Dabei umfasst die Brückenschaltung wenigstens zwei parallele Zweige mit jeweils zwei in Reihe angeordneten Thyristoren, wobei an Verbindungspunkten zwischen den in Reihe angeordneten Thyristoren eine
- 15 Wechselspannung anliegt und wobei parallel zu den Zweigen eine Last angeordnet ist. In einem der Zweige ist jedem Thyristor jeweils eine passive Zündschaltung zugeordnet, welche die Anode mit dem Gate des jeweiligen Thyristors in der Weise verbindet, dass eine zwischen Anode und Kathode des
- 20 Thyristors anliegenden Spannung bei Erreichung eines vorgegebenen Schwellenwertes einen Zündimpuls am Gate des Thyristors hervorruft.

- Jede Zündschaltung nutzt somit die sich zwischen der Anode
- 25 und der Kathode des zugeordneten Thyristors aufbauende Spannung, um daraus einen Zündimpuls zur Zündung des Thyristors abzuleiten. Der Schwellenwert ist dabei so festgelegt, dass ein Zündimpuls erfolgt, bevor ein Thyristor überkopffzündet. Damit ist ein sicherer Schutz aller
- 30 Thyristoren gegeben, unabhängig vom Status der Schaltungsanordnung. Die passiven Zündschaltungen werden bei einem Störfall direkt aus der in einer Lastinduktivität verbleibenden Restenergie gespeist. Sobald die Spannung zwischen Kathode und Anode eines Thyristors infolge des
- 35 weiterhin fließenden Laststromes über den vorgegebenen Schwellenwert steigt, schaltet die entsprechende Zündschaltung zumindest einen Teil dieser Spannung zwischen

Gate und Kathode des Thyristors, indem das Gate auf das Potenzial der Anode gezogen wird. Dabei fließt ein Zündstromimpuls von der Anode über die Zündschaltung zum Gate des Thyristors und zündet diesen. Der Laststrom aus der Lastinduktivität fließt dann über den Zweig der mittels Zündschaltungen gezündeten Thyristoren zurück zur Last und baut sich an ohmschen Widerständen dieses Freilaufpfades ab.

In einer vorteilhaften Ausprägung der Erfindung umfasst jede Zündschaltung ein Kippelement mit einer vorgegebenen Durchbruchspannung, welches zwischen Anode und Gate des jeweiligen Thyristors angeordnet ist. Auf diese Weise sind einfache Zündschaltungen für einfache Anwendungen realisierbar.

Dabei ist es von Vorteil, wenn in Serie zu jedem Kippelement mit vorgegebener Durchbruchspannung ein Widerstand angeordnet ist. Der Widerstand begrenzt den Zündstromimpuls, welcher mittels Zündschaltung hervorgerufen wird, auf einen festlegbaren Höchstwert.

Des Weiteren ist es vorteilhaft, in Serie zu jedem Kippelement mit vorgegebener Durchbruchspannung eine Diode anzuordnen. Die Durchlassrichtung der Diode verläuft von der Anode zum Gate des entsprechenden Thyristors, sodass ein Stromfluss vom Gate zur Anode unabhängig von der Bauweise des in Serie liegenden Kippelements sicher verhindert wird.

Ein weiterer Vorteil zur Absicherung der Kippelemente mit vorgegebener Durchbruchspannung wird durch die Anordnung antiparalleler Schutzdioden erreicht. Die Schutzdioden bewirken, dass die Kippelemente nicht entgegen der Durchbruchrichtung belastet werden.

Das ist vor allem dann sinnvoll, wenn in einer vorteilhaften Ausprägung jedes Kippelement mit vorgegebener Durchbruchspannung als sogenannte Break-over-Diode (Shockley-

Diode) ausgebildet ist. Break-over-Dioden unterstützen durch ihr spezielles Kippverhalten die Zündung der Thyristoren. Einerseits zündet eine Break-over-Diode erst bei hohen Spannungen (z.B. 1600V) und andererseits zeigt die Kennlinie einer Break-over-Diode nach dem Überschreiten der Durchbruchspannung einen starken Spannungseinbruch, sodass in jedem Fall ein ausreichend hoher Zündstrom bzw. ein ausreichend steiler Zündstromanstieg erreicht wird, um einen mit der Zündschaltung verbundenen Thyristor tatsächlich zu zünden.

Eine weitere Ausprägung der Erfindung sieht vor, dass parallel zu jedem Thyristor eine Reihenschaltung, bestehend aus einem Widerstand und einem Kondensator, angeordnet ist. Diese zusätzliche Beschaltung begrenzt die Abschaltspannungsspitzen beim Kommutieren.

Besonders vorteilhaft ist die erfindungsgemäße Thyristorbrückenschaltung, wenn als Last eine Erregerwicklung einer Gleichstrommaschine vorgesehen ist. Vollgesteuerte Thyristorbrücken eignen sich besonders für die Zweiquadrantenansteuerung von Gleichstrommaschinen mit der Möglichkeit, den Laststrom in der Erregerwicklung durch Umkehrung der anliegenden Spannung aktiv abzusenken und damit das Erregerfeld abzubauen.

Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügte Figur erläutert. Es zeigt in schematischer Darstellung:

Fig. 1 Aufbau einer Thyristorbrückenschaltung zum Anschließen einer steuerbaren Gleichstromlast an eine zweiphasige Wechselspannung

Ein erster Zweig umfasst zwei in Reihe geschaltete Thyristoren TH1, TH2, wobei an einem Verbindungspunkt zwischen den Thyristoren TH1, TH2 eine erste Phase 1V1 der

Wechselspannung anliegt. Parallel zu diesem Zweig ist ein weiterer Zweig der Brückenschaltung mit zwei in Reihe liegenden Thyristoren TH3, TH4 angeordnet. An einem Verbindungspunkt zwischen den Thyristoren TH3, TH4 dieses zweiten Zweigs liegt eine zweite Phase 1U1 der eingangsseitigen Wechselspannung an.

Im Falle einer dreiphasigen Wechselspannung umfasst die Brückenschaltung einen dritten Zweig mit zwei weiteren Thyristoren mit einer an einem Verbindungspunkt zwischen diesen Thyristoren anliegenden dritten Wechselspannungsphase.

Angesteuert werden alle Thyristoren TH1, TH2, TH3, TH4 über eine nicht dargestellte Steuerung, welche bei Übereinstimmung eines Steuerwinkels mit dem jeweiligen Phasenwinkel der Wechselspannung Zündimpulse an die entsprechenden Gates G1, G2 bzw. G3, G4 der Thyristoren TH1, TH2 bzw. TH3, TH4 eines Zweigs schaltet. Auf diese Weise werden beide Thyristoren TH1, TH2 bzw. TH3, TH4 eines Zweiges im Wesentlichen gleichzeitig gezündet, wobei die Zweige alternierend leitend werden.

Die angeschnittene, gleichgerichtete Wechselspannung liegt über ausgangsseitige Anschlusskontakte 1C1, 1D1 an einer Gleichstromlast, beispielsweise einer Erregerwicklung einer Gleichstrommaschine mit einem induktiven Anteil L und einem ohmschen Anteil R an.

Parallel zu jedem Thyristor TH1, TH2, TH3, TH4 ist eine optionale Trägerspeichereffektbeschaltung angeordnet. Eine Trägerspeichereffektbeschaltung beschränkt die Spannungsspitzen beim Kommutieren und besteht aus einem Kondensator C1 bzw. C2 bzw. C3 bzw. C4 in Reihe mit einem Widerstand R1 bzw. R2 bzw. R3 bzw. R4.

Im Störfall unterbleibt die Zündung der Thyristoren TH1, TH2 bzw. TH3, TH4 eines Brückenzeigs, beispielsweise infolge

eines Netzausfalls oder eines Steuerungsfehlers. Die im induktiven Anteil L der Last gespeicherte Energie bewirkt, dass der Laststrom weiter fließt und kapazitive Elemente der Schaltung wie gegebenenfalls die Kondensatoren C1, C2, C4, C5 der Trägerspeichereffektbeschaltungen auflädt. Die Spannungen an diesen Kondensatoren C1, C2, C4, C5 liegen somit zwischen Anode und Kathode der Thyristoren TH1, TH2, TH3, TH4 an und würden ohne die im Folgenden beschriebene erfindungsgemäße Maßnahme zum Überkopfzünden der Thyristoren TH1, TH2, TH3, TH4 führen.

Erfindungsgemäß ist ein Zweig der Brückenschaltung mit zwischen Anode und Gate G1, G2 bzw. G3, G4 der Thyristoren TH1, TH2 oder TH3, TH4 geschaltete Zündschaltungen ausgestattet. Auch bei einer dreiphasigen Ausführungsform ist die zusätzliche Beschaltung eines Zweigs mit zwei erfindungsgemäßen Zündschaltungen ausreichend.

Im vorliegenden Beispiel ist zwischen Anode und Gate G1 des ersten Thyristors TH1 eine erste Zündschaltung und zwischen Anode und Gate G2 des zweiten Thyristors TH2 eine zweite Zündschaltung angeordnet. Jede Zündschaltung umfasst als Kippelement mit vorgegebener Durchbruchspannung eine Break-over-Diode BOD1 bzw. BOD2, wobei deren Durchbruchrichtung von der Anode zum Gate G1 bzw. G2 des jeweiligen Thyristors TH1 bzw. TH2 verläuft. Die Durchbruchspannung bildet dabei den Schwellenwert, bis zu dem die Spannung zwischen Anode und Kathode eines Thyristors TH1 bzw. TH2 ansteigen darf, bevor die entsprechende Zündschaltung einen Zündimpuls zur Zündung des Thyristors TH1 bzw. TH2 generiert.

Alternativ zu Break-over-Dioden BOD1, BOD2 können auch andere Kippelemente, beispielsweise gasgefüllte Überspannungsableiter, Zenerdioden mit Thyristoren etc. angeordnet werden.

In Serie mit jeder Break-over-Diode BOD1 bzw. BOD2 ist eine schnelle Diode D1 bzw. D2 geschaltet. Diese Dioden D1, D2 verhindern einen unerwünschten Stromfluss vom Gate G1 bzw. G2 zur Anode des jeweiligen Thyristors TH1 bzw. TH2. Eine
5 zusätzliche Ausfallsicherheit bietet die Anordnung von zwei Dioden in Reihe anstelle einer Diode D1 bzw. D2 pro Zündschaltung.

Des Weiteren ist in Serie mit jeder Break-over-Diode BOD1
10 bzw. BOD2 ein Widerstand Rv1 bzw. Rv2 angeordnet. Die Dimensionierung dieser Widerstände Rv1 bzw. Rv2 ist auf die vorgegebene Durchbruchspannung der Break-over-Dioden BOD1, BOD2 abgestimmt. Auf diese Weise bestimmen die Widerstände Rv1, Rv2 den maximalen Zündstrom.

15 Um die Break-over-Dioden BOD1, BOD2 gegen eine Spannung in verkehrter Richtung zu schützen, ist zu jeder Break-over-Diode BOD1 bzw. BOD2 eine antiparallele Schutzdiode D4 bzw. D4 angeordnet.

20 Überschreitet im Störfall die Spannung zwischen Anode und Kathode eines Thyristors TH1 bzw. TH2 die vorgegebene Durchbruchspannung der zugeordneten Break-over-Diode BOD1 bzw. BOD2, wird diese schlagartig niederohmig. Der
25 Potenzialunterschied zwischen Gate G1 bzw. G2 und Kathode des entsprechenden Thyristors TH1 bzw. TH2 ruft einen Zündstrom hervor, welcher mittels Widerstand Rv1 bzw. Rv2 begrenzenbar ist.

30 Der Zündstrom am Gate G1 bzw. G2 des Thyristors TH1 bzw. TH2 führt zum Zünden desselben. Der Zündstrom fällt daraufhin unter den Haltestrom der Break-over-Diode BOD1 bzw. BOD2 ab und die Zündschaltung kehrt in den Ausgangszustand zurück. Der Stromfluss durch den in dem Zweig zuerst gezündete
35 Thyristor TH1 bzw. TH2 erhöht die Spannung zwischen Anode und Kathode des anderen Thyristors TH2 bzw. TH1, sodass auch dessen Zündschaltung wie oben beschrieben einen Zündimpuls

generiert. Der andere Thyristor TH2 bzw. TH1 wird somit unmittelbar nach dem ersten Thyristor TH1 bzw. TH2 gezündet und der Zweig steht als Freilaufpfad zum Abbau der im induktiven Anteil L der Last vorhandenen Energie zur Verfügung.

5 Sobald der Laststrom unter den Haltestrom eines Thyristors TH1 bzw. TH2 abfällt, sperrt dieser und der Freilaufpfad ist wieder unterbrochen. Abhängig von der im induktiven Anteil L der Last vorhandenen Restenergie können daraufhin weitere Zündvorgänge mittels der Zündschaltungen erfolgen. Dies

10 geschieht solange, bis die Restenergie in ohmschen Elementen des Freilaufpfades soweit verbraucht ist, dass die sich zwischen Anode und Kathode eines Thyristors TH1 bzw. TH2 aufbauende Spannung nicht mehr den Schwellenwert der entsprechenden Zündschaltung erreicht.

15

Patentansprüche

1. Thyristorbrückenschaltung, wenigstens zwei parallele Zweige mit jeweils zwei in Reihe angeordneten Thyristoren (TH1, TH2 bzw. TH3, TH4) umfassend, wobei an Verbindungspunkten zwischen den in Reihe angeordneten Thyristoren (TH1, TH2 bzw. TH3, TH4) eine Wechselspannung (1U1, 1V1) anliegt und wobei parallel zu den Zweigen eine Last (R, L) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem der Zweige jedem Thyristor (TH1, TH2 oder TH3, TH4) jeweils eine passive Zündschaltung zugeordnet ist, welche die Anode mit dem Gate (G1 bzw. G2 oder G3 bzw. G4) des jeweiligen Thyristors (TH1 bzw. TH2 oder TH3 bzw. TH4) in der Weise verbindet, dass eine zwischen Anode und Kathode des Thyristors (TH1 bzw. TH2 oder TH3 bzw. TH4) anliegenden Spannung bei Erreichung eines vorgegebenen Schwellenwertes einen Zündimpuls am Gate (G1 bzw. G2 oder G3 bzw. G4) des Thyristors (TH1 bzw. TH2 oder TH3 bzw. TH4) hervorruft.
2. Thyristorbrückenschaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Zündschaltung ein Kippelement (BOD1 bzw. BOD2) mit einer vorgegebenen Durchbruchspannung umfasst, welches zwischen Anode und Gate (G1 bzw. G2 oder G3 bzw. G4) des jeweiligen Thyristors (TH1 bzw. TH2 oder TH3 bzw. TH4) angeordnet ist.
3. Thyristorbrückenschaltung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Serie zu jedem Kippelement (BOD1 bzw. BOD2) mit vorgegebener Durchbruchspannung ein Widerstand (Rv1 bzw. Rv2) angeordnet ist.
4. Thyristorbrückenschaltung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Serie zu jedem Kippelement (BOD1 bzw. BOD2) mit vorgegebener Durchbruchspannung eine Diode (D1 bzw. D2) angeordnet ist.

5. Thyristorbrückenschaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zu jedem Kippelement (BOD1 bzw. BOD2) mit vorgegebener Durchbruchspannung eine antiparallele Schutzdiode (D3 bzw. D4) angeordnet ist.

5

6. Thyristorbrückenschaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Kippelement (BOD1 bzw. BOD2) mit vorgegebener Durchbruchspannung als sogenannte Break-over-Diode ausgebildet ist.

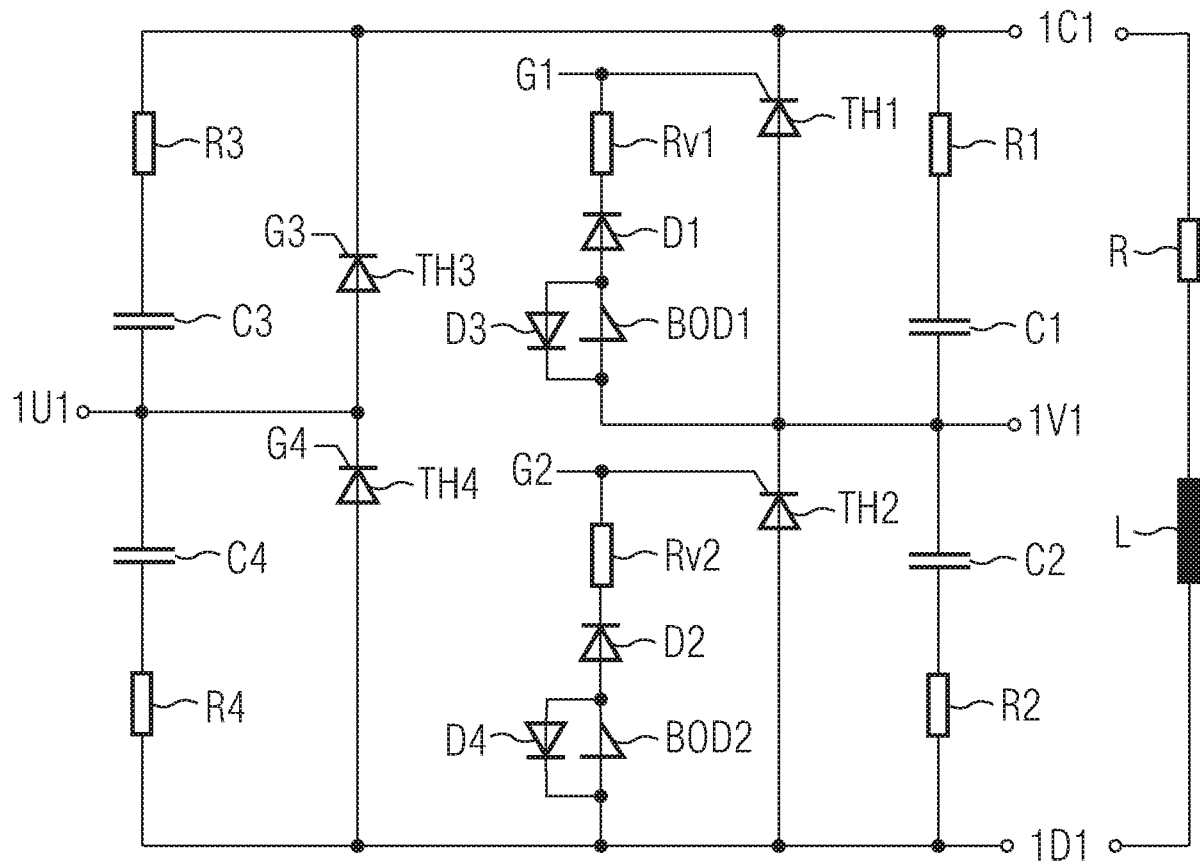
10

7. Thyristorbrückenschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zu jedem Thyristor (TH1, TH2, TH3, TH4) eine Reihenschaltung, bestehend aus einem Widerstand (R1, R2, R3, R4) und einem Kondensator (C1, C2, C3, C4), angeordnet ist.

15

8. Thyristorbrückenschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Last (R, L) als Erregerwicklung einer Gleichstrommaschine ausgebildet ist.

20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/066645

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02M1/08 H02M7/162 H02M1/32

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)
H02M

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.
Y	DE 14 88 102 A1 (ASEA AB) 24 September 1970 (1970-09-24) figure 1 page 3, lines 2-4	1-8
Y	EP 0 073 461 A (FUJI ELECTRIC CO LTD [JP]) 9 March 1983 (1983-03-09) figure 1 page 1, line 13 - page 2, line 10	1-8
Y	US 6 017 778 A (PEZZANI ROBERT [FR]) 25 January 2000 (2000-01-25) figure 11B column 12, lines 8-16	5
Y	DE 27 39 475 A1 (HITACHI LTD) 9 March 1978 (1978-03-09) figure 1 page 7, last paragraph	8

☐ 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.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 April 2009

Date of mailing of the international search report

07/05/2009

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Zettler, Karl-Rudolf

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/066645

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 1488102	A1	24-09-1970	DK	109398 C	22-04-1968
			FI	42345 B	31-03-1970
			GB	1073346 A	21-06-1967
EP 0073461	A	09-03-1983	JP	58039264 A	07-03-1983
US 6017778	A	25-01-2000	US	6580142 B1	17-06-2003
DE 2739475	A1	09-03-1978	FR	2363931 A1	31-03-1978
			JP	53032331 A	27-03-1978
			US	4144559 A	13-03-1979

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066645

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02M1/08 H02M7/162 H02M1/32

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H02M

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.
Y	DE 14 88 102 A1 (ASEA AB) 24. September 1970 (1970-09-24) Abbildung 1 Seite 3, Zeilen 2-4	1-8
Y	EP 0 073 461 A (FUJI ELECTRIC CO LTD [JP]) 9. März 1983 (1983-03-09) Abbildung 1 Seite 1, Zeile 13 - Seite 2, Zeile 10	1-8
Y	US 6 017 778 A (PEZZANI ROBERT [FR]) 25. Januar 2000 (2000-01-25) Abbildung 11B Spalte 12, Zeilen 8-16	5
Y	DE 27 39 475 A1 (HITACHI LTD) 9. März 1978 (1978-03-09) Abbildung 1 Seite 7, letzter Absatz	8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

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)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

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

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

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

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. April 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/05/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zettler, Karl-Rudolf

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066645

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 1488102	A1	24-09-1970	DK	109398 C	22-04-1968
			FI	42345 B	31-03-1970
			GB	1073346 A	21-06-1967
EP 0073461	A	09-03-1983	JP	58039264 A	07-03-1983
US 6017778	A	25-01-2000	US	6580142 B1	17-06-2003
DE 2739475	A1	09-03-1978	FR	2363931 A1	31-03-1978
			JP	53032331 A	27-03-1978
			US	4144559 A	13-03-1979