

(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
11. August 2011 (11.08.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/095375 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/050306
(22) Internationales Anmeldedatum: 12. Januar 2011 (12.01.2011)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität: 10 2010 001 626.8
5. Februar 2010 (05.02.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SPANNHAKE, Stefan [DE/DE]; Roggenweg 13, 71706 Markgroeningen (DE). FASSNACHT, Jochen [DE/DE]; Justinus-Kerner-Str. 4, 75365 Calw (DE). MUELLER, Hans-Peter [DE/DE]; Grafenberger Str. 20, 72766 Reutlingen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

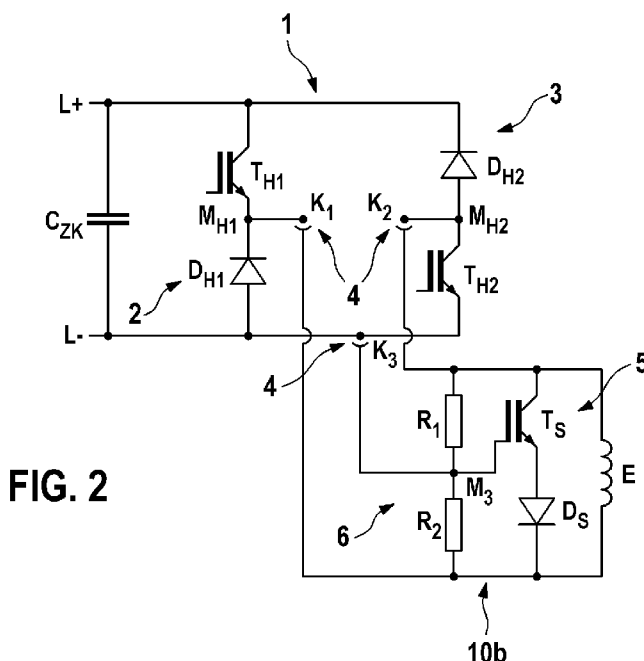
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CIRCUIT ASSEMBLY FOR OVERVOLTAGE LIMITING OF AN EXCITATION COIL OF A SYNCHRONOUS MACHINE HAVING FAST DE-EXCITATION

(54) Bezeichnung : SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR ÜBERSPANNUNGSBEGRENZUNG EINER ERREGERWICKLUNG EINER SYNCHRONMASCHINE MIT SCHNELLENTREGUNG



(57) Abstract: The invention relates to a circuit assembly for de-excitation of an excitation coil (E) of a synchronous machine in case of an error having a control circuit (1) for controlling a current flow through the excitation coil (E), wherein a positive control voltage can be applied to the excitation coil (E) for excitation and a negative control voltage can be applied for fast de-excitation, and a protection circuit (10) connected in parallel to the excitation coil (E) which allows no current flow via the protection circuit (10) in the case of fast de-excitation and in case of interruption of at least one connection line between the control circuit (1) and the excitation coil (E) forms a current path for voltage limiting and de-excitation of the excitation coil (E).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Entregen einer Erregerwicklung (E) einer Synchronmaschine im Fehlerfall mit einer Steuerschaltung (1) zum Steuern eines Stromflusses durch die Erregerwicklung (E), wobei zur Erregung eine positive Steuerspannung und zur Schnelleentregung eine negative Steuerspannung an die Erregerwicklung (E) angelegt werden

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/095375 A2

kann, und einer parallel zur Erregerwicklung (E) geschalteten Schutzschaltung (10), welche im Falle der Schnellentregung keinen Stromfluss über die Schutzschaltung (10) zulässt und bei Unterbrechung mindestens einer Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung (1) und der Erregerwicklung (E) einen Strompfad zur Spannungsbegrenzung und Entregung der Erregerwicklung (E) ausbildet.

5 Beschreibung

Titel

Schaltungsanordnung zur Überspannungsbegrenzung einer Erregerwicklung einer Synchronmaschine mit Schnellentregung

10

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Entregen einer Erregerwicklung einer Synchronmaschine.

15

Stand der Technik

Aus Gründen des Wirkungsgrades und/oder der Herstellungskosten werden als Antriebssystem für Elektrofahrzeuge fremderregte Synchronmaschinen eingesetzt. Derartige elektrische Maschinen weisen eine Erregerwicklung mit sehr hohen Induktivitäten von mehr als 1 Henry auf, in welcher eine Energie von über 100 Joule gespeichert werden kann.

20

Offenbarung der Erfindung

25

Die vorliegende Erfindung schafft eine Schaltungsanordnung zum Entregen einer Erregerwicklung einer Synchronmaschine im Fehlerfall mit einer Steuerschaltung zum Steuern eines Stromflusses durch die Erregerwicklung, wobei zur Erregung eine positive Steuerspannung und zur Schnellentregung eine negative Steuerspannung an die Erregerwicklung angelegt werden kann, und einer parallel zur Erregerwicklung geschalteten Schutzschaltung, welche im Falle der Schnellentregung keinen Stromfluss über die Schutzschaltung zulässt und bei Unterbrechung mindestens einer Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung und der Erregerwicklung einen Strompfad zur Spannungsbegrenzung und Entregung der Erregerwicklung ausbildet.

30

35

Die hohe in der Erregerwicklung gespeicherte Energie führt dazu, dass bei einer abrupten Unterbrechung des Stromkreises zwischen der Steuerschaltung und der Erregerwicklung, an der Unterbrechungsstelle Spannungen von mehreren Kilovolt auftreten können, welche zu einem Lichtbogen führen würden, welcher große Brand- und Verletzungsgefahr birgt. Derartige abrupte Unterbrechungen können sich beispielsweise dadurch ergeben, dass bei laufendem Betrieb ein Steckkontakt zwischen der Steuerschaltung und der Erregerwicklung abgezogen wird oder dass sich die Steckkontakte in Folge von Erschütterungen im laufenden Betrieb selbständig lösen ("losrütteln"). Auch im Crash-Fall kann es zu einer abrupten Unterbrechung einer Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung und der Erregerwicklung kommen.

Da an die Erregerwicklung neben einer positiven Steuerspannung zur Erregung auch eine negative Steuerspannung zur Schnellentregung anlegbar sein soll, ist es entscheidend, dass die Schutzschaltung derart ausgelegt ist, dass sie im Falle einer Schnellentregung, also bei angelegter negativer Versorgungsspannung an der Erregerwicklung einen Stromfluss über die Schutzschaltung sicher unterbindet. Im Fall einer Unterbrechung einer Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung und der Erregerwicklung aber einen parallel zur Erregerwicklung liegenden Strompfad öffnet, über welchen die in der Erregerwicklung gespeicherte Energie gezielt abfließen kann.

Da die Steuerschaltung räumlich getrennt von der Erregerwicklung angeordnet ist, ist die Erregerwicklung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung über eine Steckverbindung mit mindestens zwei Steckkontakten mit der Steuerschaltung verbindbar und von dieser trennbar. In einem Elektrofahrzeug ist die Steuerschaltung z.B. häufig in einer übergeordneten Leistungselektronikeinheit integriert, wohingegen die Erregerwicklung davon räumlich getrennt auf dem Rotor der Synchronmaschine angeordnet ist.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist die Schutzschaltung einen Varistor (spannungsabhängigen Widerstand) oder alternativ eine Suppressordiode oder eine Gasentladungsröhre auf, welcher/welche eine Durchbruchspannung aufweist, welche größer ist als ein maximaler Betrag der negativen Steuerspannung. Ein derartiges, parallel zur Erregerwicklung geschaltetes Bauelement wird im Falle der Schnellentregung unterhalb seiner Durchbruchspannung betrieben

und verhindert damit einen Stromfluss. Wird eine Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung und der Erregerwicklung unterbrochen, steigt die Spannung an der Erregerwicklung solange an, bis die Durchbruchspannung des Bauelementes überschritten wird, dieses leitet und damit einen Stromfluss über das Bauelement zulässt. Die in der Erregerwicklung gespeicherte Energie wird dann in dem Widerstand der Erregerwicklung sowie dem Varistor bzw. der Suppressordiode oder der Gasentladungsröhre "verheizt".

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Schutzschaltung einen Freilaufzweig auf, welcher zumindest eine Reihenschaltung einer Freilaufdiode und eines steuerbaren Schaltelements umfasst, wobei das Schaltelement derart angesteuert wird, dass bei Unterbrechung mindestens einer Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung und der Erregerwicklung ein Stromfluss über die Freilaufdiode möglich wird. Der bloße Einsatz einer Freilaufdiode verbietet sich, da diese auch im Betriebsfall einer Schnellentregung einen Stromfluss über die Schutzschaltung zulassen würde. Dies kann jedoch durch ein entsprechend gesteuertes Schaltelement, welches beispielsweise als Transistor oder Thyristor ausgeführt sein kann, verhindert werden.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann auch ein zusätzlicher Widerstand in Reihe zur Freilaufdiode geschaltet sein, welcher die Energie im Fehlerfall zum großen Teil "verheizt".

Um die Ansteuerung des Schaltelements schaltungstechnisch möglichst einfach zu gestalten, kann die Ansteuerung z.B. mit Hilfe eines parallel zum Freilaufzweig geschalteten Spannungsteilers erfolgen, welcher so dimensioniert ist, dass das Schaltelement bei Unterbrechung mindestens einer Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung und der Erregerwicklung voll leitet.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist der Spannungsteiler dazu einen Widerstandszweig auf, der eine Reihenschaltung von zumindest zwei Widerständen umfasst, wobei ein Mittelabgriff zwischen den Widerständen mit einem Steueranschluss des Schaltelementes verbunden ist.

Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass parallel zum Widerstandszweig ein Diodenzweig geschaltet ist, der zumindest eine Reihenschaltung min-

destens einer Zenerdiode und mindestens eines Widerstands umfasst, wobei ein Mittelabgriff zwischen der Zenerdiode und dem Widerstand über eine Diode in Sperrrichtung mit dem Mittelanschluss zwischen den Widerständen des Widerstands­zweiges verbunden ist. Durch den zusätzlichen Einsatz einer Zenerdiode kann erreicht werden, dass die Schutzschaltung nicht nur im Falle einer Unterbrechung der Zuleitungen zur Erregerspule, sondern auch im Falle einer anderweitig hervorgerufenen Überspannung an der Erregerwicklung sicher als Freilauf arbeitet. Diese Funktionalität kann alternativ auch dadurch erreicht werden, dass ein Varistor parallel zum Widerstands­zweig geschaltet wird.

Alle Widerstände innerhalb der Schutzschaltung können dabei als ohmsche Widerstände oder auch andere Bauelemente mit entsprechendem Ohmschen Anteil ausgebildet sein.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der Mittelabgriff zwischen den Widerständen des Widerstands­zweiges mit einem dritten Steckkontakt der Steck­verbindung zwischen der Steuerschaltung und der Erregerwicklung verbunden, wobei der Steckkontakt als voraus­eilender Kontakt ausgebildet ist. Somit kann beim Abziehen des Steckers ein möglichst frühzeitiges Durchschalten des Schaltelementes und damit eine möglichst schnelle Entregung der Erregerwicklung gewährleistet werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Steck­verbindung zwischen der Steuerschaltung und der Erregerwicklung berührsicher ausgeführt, so dass neben der Vermeidung eines Lichtbogens auch eine Verletzungs­gefahr durch Berühren der Kontakte nach dem Abziehen des Steckers vermieden wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist dem Schaltelement ein Komparator vorgeschaltet, welcher die Spannung an der Erregerwicklung mit einem vorgegebenen Schwellwert vergleicht und somit Überspannung detektiert.

Weitere Merkmale und Vorteile von Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung mit Bezug auf die beigefügten Figuren.

Kurze Beschreibung der Figuren

Es zeigen:

- 5 Figur 1 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung gemäß einer ersten Ausführungsform,
- Figur 2 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- 10 Figur 3 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung gemäß einer dritten Ausführungsform und
- Figur 4 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung gemäß einer vierten Ausführungsform.
- 15

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

20 In den Figuren sind identische oder funktionsgleiche Komponenten jeweils mit dem gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

 Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung, bei welcher eine Erregerwicklung E einer ansonsten nicht dargestellten Synchronmaschine über eine Steuerschaltung 1 an eine Spannungsquelle in Form eines Zwischenkreis-

25 kondensators C_{ZK} angeschlossen ist. Die Steuerschaltung weist dabei zwei parallele Steuerzweige auf, welche jeweils zwischen eine positive Versorgungsschiene L+ und eine negative Versorgungsschiene L- geschaltet sind. Dabei weist ein erster Steuerzweig 2 eine Reihenschaltung aus einem ersten steuerbaren Steuer-Schaltelement in Form eines ersten Steuer-Transistors T_{H1} und einer ersten

30 Diode D_{H1} auf, wobei der Kollektor-Anschluss des ersten Steuer-Transistors T_{H1} mit der positiven Versorgungsschiene L+, der Emitter-Anschluss des ersten Steuer-Transistors T_{H1} mit der Kathode der ersten Diode D_{H1} und die Anode der ersten Diode D_{H1} mit der negativen Versorgungsschiene L- elektrisch verbunden ist. Ein zweiter Steuerzweig 3 weist eine Reihenschaltung aus einem zweiten steuerbaren Steuer-Schaltelement in Form eines zweiten Steuer-Transistors

35 T_{H2} und einer zweiten Diode D_{H2} auf, wobei die Kathode der zweiten Diode D_{H2}

mit der positiven Versorgungsschiene L+, die Anode der zweiten Diode D_{H2} mit dem Kollektor-Anschluss des zweiten Steuer-Transistors T_{H2} und der Emitter-Anschluss des zweiten Steuer-Transistors T_{H2} mit der negativen Versorgungsschiene L- elektrisch verbunden ist. Die Gate-Anschlüsse der Steuer-

5 Transistoren T_{H1} und T_{H2} sind jeweils mit einer nicht dargestellten Steuereinheit verbunden, welche durch geeignete Ansteuerung der Steuer-Transistoren T_{H1} und T_{H2} einen Stromfluss durch die Erregerwicklung E steuert.

Zwischen dem Steuertransistor T_{H1} , T_{H2} und der Diode D_{H1} , D_{H2} ist jeweils ein Mittelabgriff M_{H1} bzw. M_{H2} vorgesehen, an welche die Erregerwicklung E angeschlossen ist. Dabei ist zwischen der Steuerschaltung 1 und der Erregerwicklung E eine Steckverbindung 4 vorgesehen, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel zwei Steckkontakte K1 und K2 aufweist, über welche die Erregerwicklung E elektrisch mit dem ersten Mittelabgriff M_{H1} bzw. dem zweiten Mittelabgriff M_{H2}

10 verbindbar und auch wieder trennbar ist.

Durch Durchschalten der beiden Steuer-Transistoren T_{H1} und T_{H2} wird eine positive Steuerspannung an die Erregerwicklung E angelegt, so dass der Erregerstrom ansteigt. Durch Sperren eines der beiden Steuer-Transistoren T_{H1} oder T_{H2}

20 bei leitendem anderen Steuer-Transistor wird ein Kurzschluss der Erregerwicklung E über den leitenden Steuer-Transistor und die Diode des jeweils anderen Steuerzweiges erzeugt, welcher einen Freilauf des Stromes in der Erregerwicklung E ermöglicht und zur Beibehaltung eines aktuellen Erregerstromes führt. Werden beide Steuer-Transistoren T_{H1} und T_{H2} gesperrt, so liegt an der Erregerwicklung E eine negative Steuerspannung an, welche zu einer Schnellentregung, also zu einer schnellen Absenkung des Erregerstromes führt.

25

Die Steuer-Schaltelemente der Steuerschaltung 1 können, wie dargestellt als Bipolar-Transistoren ausgeführt sein, können aber selbstverständlich auch durch andere geeignete Bauelemente, wie z.B. Feldeffekttransistoren, gebildet werden.

30

Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist parallel zur Erregerwicklung E eine Schutzschaltung 10a in Form eines spannungsabhängigen Widerstands V - häufig auch als Varistor bezeichnet - geschaltet. Der Varistor V ist dabei derart dimensioniert, dass seine Durchbruchspannung - häufig auch als Schwellen- oder Einschaltspannung bezeichnet - über dem maximalen Betrag

35

der negativen Steuerspannung liegt. Vorzugsweise wird ein Varistor eingesetzt, dessen Durchbruchspannung etwa 20 bis 50 Volt über der maximalen Steuerspannung liegt. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass der Varistor im Falle einer Schnellentregung, also anliegender negativer Steuerspannung an der Erregerwicklung E, nicht leitet und damit das Anlegen einer negativen Steuerspannung an der Erregerwicklung E überhaupt erst ermöglicht. Wird der Stromkreis zwischen der Steuerschaltung 1 und der Erregerwicklung E unterbrochen, z.B. in Folge des manuellen Öffnens der Steckverbindung 4 oder des selbständigen Öffnens der Steckverbindung 4 in Folge von Erschütterungen und Vibrationen während des Betriebs ("Losrütteln") oder auch in Folge eines Crashes, so steigt die Spannung an der Erregerwicklung solange an, bis die Durchbruchspannung des Varistors V überschritten wird, der Varistor V infolgedessen leitet und damit ein parallel zur Erregerwicklung E verlaufender Strompfad zur Entregung der Erregerwicklung E ausgebildet wird. Die in der Erregerwicklung E gespeicherte Energie wird dann in dem Widerstand der Erregerwicklung E sowie dem Varistor V sozusagen "verheizt".

Zusätzlich kann in Reihe zu dem Varistor V auch mindestens ein nicht dargestellter weiterer Widerstand vorgesehen sein, an welchem im Fehlerfall ebenfalls Energie abgebaut werden kann.

Die Spannung an der Erregerwicklung E wird damit auf einen Wert im Bereich der Durchbruchspannung des Varistors V begrenzt. Werden alle betroffenen Stecker, Leitungen und Gehäuse auf eine entsprechende Spannungsfestigkeit ausgelegt, so kann auf diese Weise ein sicherer Betrieb gewährleistet werden. Vorteilhaft kann außerdem die Steckverbindung 4 berührungsgeschützt ausgeführt werden.

Die erste Ausführungsform der Erfindung wurde beispielhaft für die Parallelschaltung eines Varistors beschrieben. Anstelle des Varistors kann aber auch eine Gasentladungsröhre oder eine Suppressordiode eingesetzt werden.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schutzschaltung (Figur 2) ist parallel zur Erregerwicklung E ein Freilaufzweig 5 geschaltet, welcher zumindest eine Reihenschaltung einer Freilaufdiode D_S und eines steuerbaren Schaltelements T_S umfasst, welches beispielhaft als Schalt-Transistor T_S

ausgeführt ist. Dabei ist der Kollektoranschluss des Schalt-Transistors T_S elektrisch mit dem zweiten Mittelabgriff M_{H2} des zweiten Steuerzweiges 3 der Steuerschaltung 1 verbunden und der Emitteranschluss mit der Anode der Freilaufdiode D_S . Die Kathode der Freilaufdiode D_S ist elektrisch mit dem ersten Mittelabgriff M_{H1} des ersten Steuerzweiges 2 der Steuerschaltung 1 verbunden. In Reihe zur Freilaufdiode D_S kann auch ein zusätzlicher Widerstand vorgesehen sein. Alternativ zu der dargestellten Anordnung kann die Freilaufdiode D_S ggf. gemeinsam mit dem zusätzlichen Widerstand auch in den Kollektorzweig des Schalt-Transistors T_S geschaltet sein (vgl. auch Figur 3).

Der Schalt-Transistor T_S ist derart anzusteuern, dass er bei Unterbrechung mindestens einer Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung 1 und der Erregerwicklung E durchschaltet und damit ein Stromfluss über die Freilaufdiode D_S freigegeben wird. Dies wird dadurch erreicht, dass parallel zum Freilaufzweig 5 ein Spannungsteiler geschaltet wird, welcher im in Figur 2 dargestellten einfachsten Fall aus einem Widerstandszweig 6, umfassend eine Reihenschaltung von mindestens zwei Widerständen R_1 und R_2 , besteht. Dabei ist ein Mittelabgriff M_3 zwischen den Widerständen R_1 und R_2 elektrisch einerseits mit der negativen Versorgungsschiene L- und andererseits mit dem Gate-Anschluss des Schalt-Transistors T_S verbunden. Die Widerstände R_1 und R_2 sind derart dimensioniert, dass nach Auftrennen der Verbindung zwischen der negativen Versorgungsschiene L- und dem Gate-Anschluss des Schalt-Transistors T_S dieser sicher durchschaltet und voll leitet. Bei dieser Ausführungsform bilden der Freilaufzweig 5 und der Widerstandszweig 6 gemeinsam eine Schutzschaltung 10b.

Vorteilhaft wird die elektrische Verbindung zwischen dem Mittelabgriff M_3 und der negativen Versorgungsschiene L- mit Hilfe eines dritten Steckkontaktes K_3 der Steckverbindung 4 realisiert, wobei der dritte Steckkontakt K_3 als vorausseilender Kontakt ausgeführt ist. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Verbindung zwischen dem Mittelabgriff M_2 und der negativen Versorgungsschiene L- bei Abziehen des Steckers zeitlich vor den Steckkontakten K_1 und K_2 getrennt wird, dadurch wird der Schalt-Transistor T_S frühzeitig durchgeschaltet und eine schnelle Entregung der Erregerwicklung ist gewährleistet.

Figur 3 zeigt eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schutzschaltung. Diese unterscheidet sich von der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform

dadurch, dass parallel zum Widerstandszweig 6 ein Diodenzweig 7 geschaltet ist, der zumindest eine Reihenschaltung mindestens einer Zenerdiode Z_D und mindestens eines Widerstands R_3 umfasst, wobei ein Mittelabgriff M_4 zwischen der Zenerdiode Z_D und dem Widerstand R_3 über eine erste Diode D_1 in Sperrrichtung elektrisch mit dem Mittelabgriff M_3 zwischen den Widerständen R_1 und R_2 des Widerstandszweiges 6 verbunden ist. Die Zenerdiode Z_D sowie der Widerstand R_3 werden dabei derart dimensioniert, dass ein Spannungsteiler, welcher aus der Zenerdiode Z_D , den Widerständen R_1 , R_2 und R_3 sowie der Diode D_1 gebildet wird, bei Anliegen einer Überspannung an der Erregerwicklung E den Schalt-Transistor T_S durchschaltet. Bei dieser Ausführungsform bilden der Widerstandszweig 6 und der Diodenzweig 7 zusammen eine Schutzschaltung 10c.

Zusätzlich ist in der Verbindungsleitung zwischen dem Steckkontakt K_3 und dem Mittelabgriff M_3 des Widerstandszweiges 6 eine zweite Diode D_2 in Sperrrichtung geschaltet. Die Dioden D_1 und D_2 erfüllen gemeinsam die Aufgabe einer ODER-Verknüpfung von Transistorauslösebedingungen. Der Schalt-Transistor T_S schaltet somit durch, wenn die Spannung an der Zenerdiode Z_D zu groß wird oder wenn die Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung 1 und der Erregerwicklung E , z.B. durch Trennen der Steckverbindung 4, unterbrochen wird.

Durch die Parallelschaltung des Diodenzweiges 7 kann somit gewährleistet werden, dass die Schutzschaltung generell im Fall einer Überspannung an der Erregerwicklung sicher als Freilauf arbeitet. Dies kann alternativ auch dadurch erreicht werden, dass anstatt des Diodenzweiges 7 ein Varistor parallel zum Widerstandszweig 6 geschaltet wird. Ebenso kann eine Überspannung an der Erregerwicklung auch mit Hilfe eines Komparators detektiert werden. Eine mögliche Schaltungsanordnung mit einem Komparator ist in Figur 4 dargestellt.

Dabei ist anstatt eines Diodenzweiges gemäß Figur 3 ein Komparator KOMP vorgesehen, bei welchem der nicht-invertierende Eingang mit dem Mittelabgriff M_3 zwischen den Widerständen R_1 und R_2 des Widerstandszweiges 6 verbunden ist und an den invertierenden Eingang eine Referenzspannung V_{ref} angelegt wird. Der Ausgang des Komparators KOMP ist mit dem Gate-Anschluss des Schalt-Transistors T_S verbunden, so dass der Schalt-Transistor T_S durchschaltet sobald die Spannung am nicht-invertierenden Eingang des Komparators KOMP größer ist als die Referenzspannung V_{ref} . Durch geeignete Dimensionierung der Wider-

stände sowie Festlegung der Referenzspannung kann auf diese Weise erreicht werden, dass der Komparator eine Überspannung an der Erregerwicklung E, das heißt ein Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes, sicher detektiert und den Schalt-Transistor zum Durchschalten veranlasst.

5

Um neben der Vermeidung eines Lichtbogens auch eine Verletzungsgefahr durch Berühren der Kontakte an der Steckverbindung 4 nach dem Abziehen des Steckers zu vermeiden, ist es vorteilhaft die Steckverbindung 4 berührsicher auszuführen.

10

5 Ansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Entregen einer Erregerwicklung (E) einer Synchronmaschine im Fehlerfall mit
 - einer Steuerschaltung (1) zum Steuern eines Stromflusses durch die Erregerwicklung (E), wobei zur Erregung eine positive Steuerspannung und zur Schnellentregung eine negative Steuerspannung an die Erregerwicklung (E) angelegt werden kann, und
 - einer parallel zur Erregerwicklung (E) geschalteten Schutzschaltung (10), welche im Falle der Schnellentregung keinen Stromfluss über die Schutzschaltung (10) zulässt und bei Unterbrechung mindestens einer Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung (1) und der Erregerwicklung (E) einen Strompfad zur Spannungsbegrenzung und Entregung der Erregerwicklung (E) ausbildet.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei die Erregerwicklung (E) über eine Steckverbindung (4) mit mindestens zwei Steckkontakten (K1, K2) mit der Steuerschaltung (1) verbindbar und von dieser trennbar ist.
3. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Schutzschaltung (10a) einen Varistor (V) oder eine Gasentladungsröhre oder eine Suppressordiode aufweist, welcher/welche eine Durchbruchspannung aufweist, welche größer ist als ein maximaler Betrag der negativen Steuerspannung.
4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Schutzschaltung (10b; 10c) einen Freilaufzweig (5) aufweist, welcher zumindest eine Reihenschaltung einer Freilaufdiode (D_S) und eines steuerbaren Schaltelements (T_S) umfasst, und wobei das Schaltelement (T_S) derart angesteuert wird, dass bei Unterbrechung mindestens einer Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung (1) und der Erregerwicklung (E) ein Stromfluss über die Freilaufdiode (D_S) freigegeben wird.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, wobei das Schaltelement (T_S) als Transistor oder Thyristor ausgebildet ist und ein Steuersignal für das Schaltelement (T_S) mit Hilfe eines parallel zum Freilaufzweig (5) geschalteten Spannungsteilers erzeugt wird, welcher so dimensioniert ist, dass das Schaltelement (T_S) bei Unterbrechung mindestens einer Verbindungsleitung zwischen der Steuerschaltung (1) und der Erregerwicklung (E) voll leitet.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, wobei der Spannungsteiler einen Widerstandszweig (6) aufweist, der eine Reihenschaltung von zumindest zwei Widerständen (R_1 , R_2) umfasst, wobei ein Mittelabgriff (M_3) zwischen den Widerständen (R_1 , R_2) mit einem Steueranschluss des Schaltelementes (T_S) verbunden ist.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, wobei parallel zum Widerstandszweig (6) ein Diodenzweig (7) geschaltet ist, der zumindest eine Reihenschaltung mindestens einer Zenerdiode (Z_D) und mindestens eines Widerstands (R_3) umfasst, wobei ein Mittelabgriff (M_4) zwischen der Zenerdiode und dem Widerstand über eine Diode in Sperrrichtung mit dem Mittelabgriff (M_3) zwischen den Widerständen (R_1 , R_2) des Widerstandszweiges (6) verbunden ist.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, wobei parallel zum Widerstandszweig (6) ein Varistor geschaltet ist.
9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei der Mittelabgriff (M_3) zwischen den Widerständen (R_1 , R_2) des Widerstandszweiges (6) mit einem dritten Steckkontakt (K_3) der Steckverbindung (4) verbunden ist, welcher als vorseilender Kontakt ausgebildet ist.
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, wobei dem Schaltelement (T_S) ein Komparator (KOMP) vorgeschaltet ist, welcher die Spannung an der Erregerwicklung (E) mit einem vorgegebenen Schwellwert vergleicht.
11. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 10, wobei die Steckverbindung (4) berührsicher ausgeführt ist.

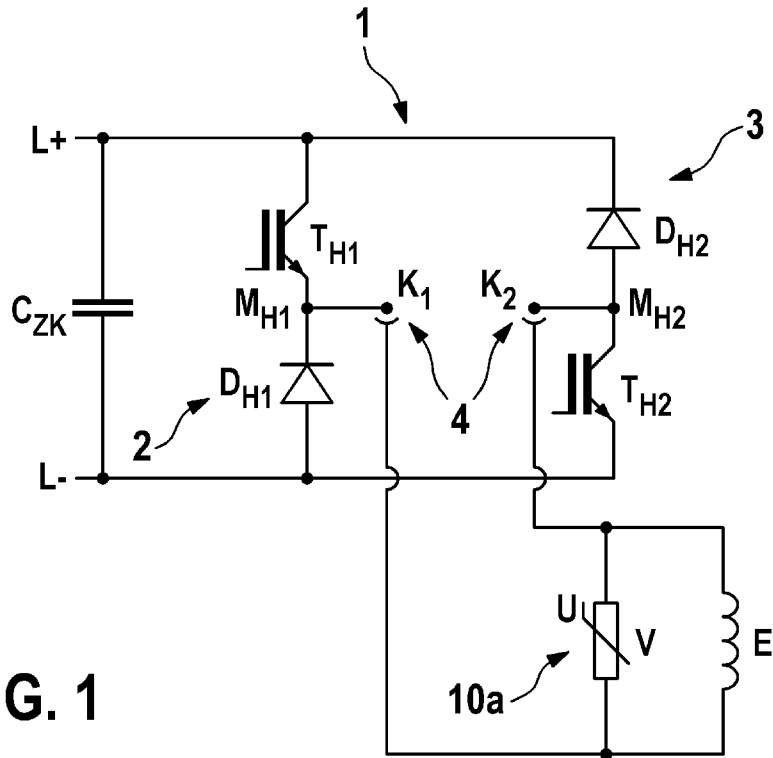


FIG. 1

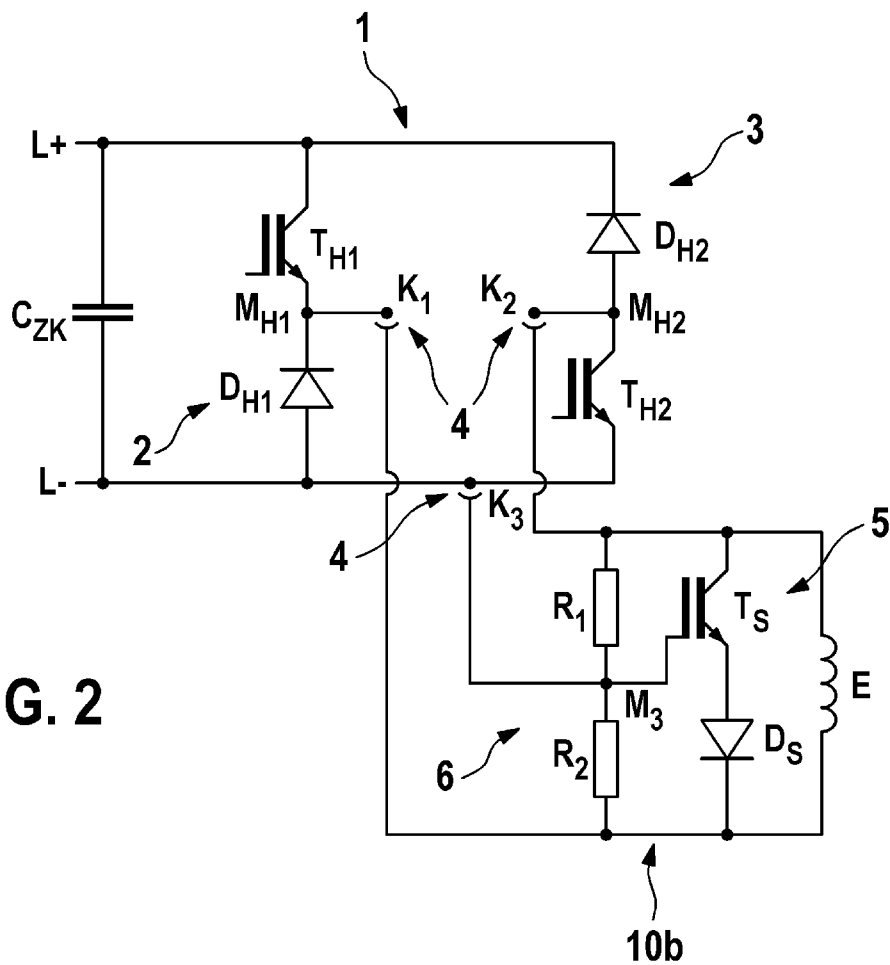


FIG. 2

