



(11) **EP 1 923 986 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.05.2008 Patentblatt 2008/21**

(51) Int Cl.:  
**H02M 5/00<sup>(2006.01)</sup> H01H 50/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **07117334.8**

(22) Anmeldetag: **27.09.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK RS**

(71) Anmelder: **Moeller GmbH**  
**53115 Bonn (DE)**

(72) Erfinder: **Schmitz, Gerd**  
**53844, Troisdorf (DE)**

(30) Priorität: **15.11.2006 DE 102006053797**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Bleichstrasse 14**  
**40211 Düsseldorf (DE)**

(54) **Wechselstromsteller für elektromagnetische Schaltgeräte**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antrie-

bes eines Schaltgerätes, wobei der elektromagnetische Antrieb mit einem Wechselstromsteller betrieben wird.

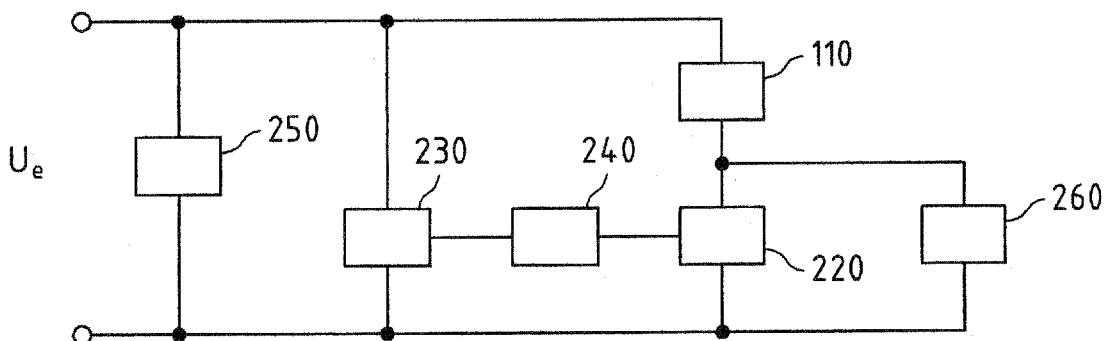


Fig.2

EP 1 923 986 A2

**Beschreibung**EINLEITUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antriebes eines Schaltgerätes.

STAND DER TECHNIK

**[0002]** Bei Schützantrieben ist es aus Gründen der mechanischen und insbesondere der elektrischen Lebensdauer entscheidend, die Schließgeschwindigkeit des Antriebs im Nennspannungsbereich auf einen bevorzugten Wert einzustellen, um so die mechanische Schockbelastung und das Kontaktprellen zu minimieren. Ein weiterer Aspekt, die Schließgeschwindigkeit auf einen idealen Wert einzustellen, liegt in der Voreilung der Hilfsschalter, die einen Mindestwert nicht unterschreiten soll. Insbesondere bei Kondensatorschützen, die über Einschaltwiderstände und voreilende Hilfskontakte die zu schaltenden Kondensator vorladen, um so die Einschaltströme zu minimieren, ist eine ausreichende Voreilung der Hilfskontakte unerlässlich.

**[0003]** Bei konventionellen elektromagnetischen Antrieben ist, insbesondere durch die erhöhte Spannungsabhängigkeit der Antriebe, nur eine beschränkte Beeinflussung der Schließgeschwindigkeit über die Massenverhältnisse und die Federkräfte möglich. Dies gilt insbesondere bei Antrieben, die für einen erweiterten Nennspannungsbereich vorgesehen sind.

**[0004]** Zur Optimierung der Einschaltdynamik von Schützantrieben werden daher bei modernen Antrieben vermehrt elektronisch gesteuerte oder geregelte Antriebe eingesetzt. So sind z.B. Antriebe, die durch eine Pulsweitenmodulation (PWM) oder durch eine lineare Abregelung der DC-Spulenspannung den Anzugvorgang steuern bzw. regeln seit einigen Jahren Stand der Technik.

**[0005]** Nachteilig bei den bekannten Lösungen ist jedoch, dass diese Antriebe über einen DC-Zwischenkreis arbeiten, es sich also um DC-Antriebe handelt. Bei klassischen DC-Antrieben ist jedoch die Halteleistung identisch mit der Anzugleistung. Insbesondere bei großen Antrieben würde diese Leistung für den Dauerbetrieb zu einer unzulässigen Eigenerwärmung des Antriebs führen. Daher ist bei diesen Antrieben für die Absenkung der Halteleistung entweder eine PWM-Modulation der Spulenleistung auch im Haltebetrieb notwendig, oder die Bereitstellung einer geringeren Haltespannung, z.B. über einen integrierten Schaltregler.

**[0006]** Der Aufwand für diese Verfahren zur Absenkung der Halteleistung ist jedoch sehr hoch, insbesondere unter Berücksichtigung der erforderlichen Maßnahmen zur Einhaltung der elektromagnetischen Verträglichkeit. Vor allem bei Antrieben für höhere Versorgungsspannungen wird daher der Aufwand für die Absenkung der Halteleistung überproportional hoch.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0007]** Der Erfindung liegt davon ausgehend die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antriebes eines Schaltgerätes zu schaffen, welche eine effiziente und kostengünstig zu implementierende Beeinflussung der Schließgeschwindigkeit des Antriebes ermöglicht, wobei die Halteleistung ohne ein elektronisches Verfahren abgesenkt wird und welche auch für den Einsatz hoher Wechselspannungen geeignet ist.

**[0008]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antriebes eines Schaltgerätes, wobei der elektromagnetische Antrieb mit einem Wechselstromsteller betrieben wird.

**[0009]** Der elektromagnetische Antrieb kann beispielsweise einen elektromagnetischen Antrieb für einen oder mehrere Schütze oder für ein oder mehrere Relais oder für andere Schaltgeräte darstellen. Des Weiteren kann der elektromagnetische Antrieb mindestens eine Antriebsspule, mindestens einen Magnetkern und mindestens einen Magnetanker umfassen.

**[0010]** Der elektromagnetische Antrieb wird durch einen Wechselstrom bzw. eine Wechselspannung betrieben, wobei der Wechselstrom bzw. die Wechselspannung durch den Wechselstromsteller beeinflussbar ist. Somit kann beispielsweise über den Wechselstromsteller der elektromagnetische Antrieb angesteuert oder geregelt werden, z.B. zum Einschalten des elektromagnetischen Antriebes, und/oder zum Halten des elektromagnetischen Antriebes und/oder zum Ausschalten des elektromagnetischen Antriebes. So kann beispielsweise die Dynamik des elektromagnetischen Antriebes, wie z.B. die Einschaltdynamik und/oder die Ausschaltdynamik, durch den Wechselstromsteller beeinflusst werden. Der Wechselstromsteller kann z.B. mithilfe einer Steuerung oder einer Regelung angesteuert bzw. geregelt werden, wobei der Wechselstromsteller z.B. bei einem Einschaltvorgang und/oder einem Abschaltvorgang mit einer definierten Zeitfunktion angesteuert werden kann.

**[0011]** Der Wechselstromsteller kann beispielsweise in Reihe zum elektrischen Antrieb geschaltet sein, und diese Reihenschaltung umfassend den Wechselstromsteller und den elektrischen Antrieb kann parallel zu einer Wechselspannungsquelle zur Versorgung des elektrischen Antriebes geschaltet sein. Somit kann der Wechselstromsteller den Strom durch die mindestens eine Antriebsspule des elektromagnetischen Antriebes beeinflussen.

**[0012]** Beispielsweise kann die Schließgeschwindigkeit des elektromagnetischen Antriebs im Nennspannungsbereich durch den Wechselstromsteller auf einen bevorzugten Wert eingestellt werden, so dass die mechanische Schockbelastung und das Kontaktprellen des Schaltgerätes gemindert werden kann und somit die mechanische und die elektrische Lebensdauer verlängert werden kann. Falls das Schaltgerät einen oder mehrere Schütze mit mindestens einem Hilfsschalter darstellt, so

kann beispielsweise mittels des Wechselstromstellers die Schließgeschwindigkeit derart eingestellt werden, dass die Voreilung des mindestens einen Hilfsschalters einen Mindestwert nicht unterschreitet.

**[0013]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeigt den weiteren Vorteil, dass der elektromagnetische Antrieb mit Wechselstrom betätigt wird und somit beispielsweise durch die wegabhängige Änderung der Induktivität der mindestens einen Antriebsspule der induktiven Blindwiderstand der mindestens einen Spule und damit die Erregerleistung beeinflusst werden kann. Beispielsweise kann durch geeignete Wahl der Wickelparameter der Anzug- und/oder der Haltstrom der mindestens einen Antriebsspule auf einen gewünschten Sollwert abgestimmt werden. Somit ist keine elektronische Absenkung des Haltestroms erforderlich, womit eine kostengünstige Implementierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erzielt werden kann.

**[0014]** Der Wechselstromsteller kann beispielsweise mindestens ein Halbleiterbauelement wie z.B. TRIAC, Thyristor, IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), IGCT (Integrated Gate - Commutated Thyristor) oder Transistor umfassen, und/oder mindestens eine Elektronenröhre umfassen. Der Begriff Wechselstromsteller umfasst sämtliche Vorrichtungen, mit denen eine Wechselstrom gesteuert bzw. gestellt werden kann, z.B. in Abhängigkeit eines Steuersignals wie z.B. einer Steuerspannung oder ähnlichem.

**[0015]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Vorrichtung Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers mit einer Zeitfunktion umfasst.

**[0016]** Die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers mit einer Zeitfunktion können beispielsweise durch einen Mikrocontroller, und/oder einen DSP und/oder eine andere elektronische bzw. elektrische Schaltung realisiert werden. Beispielsweise können die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers ein Steuersignal zum Ansteuern des Wechselstromstellers entsprechend der Zeitfunktion ausgeben, wie z.B. eine Steuerspannung.

**[0017]** Mithilfe dieser Zeitfunktion kann beispielsweise ein Erregerstrom durch die mindestens eine Antriebsspule des Schaltgeräts gesteuert werden.

**[0018]** Beispielsweise kann die Zeitfunktion zur Ansteuerung des Wechselstromstellers während eines Einschaltvorgangs des elektrischen Antriebes für das Schaltgerät verwendet werden, so dass durch die Zeitfunktion die Einschaltdynamik des elektromagnetischen Antriebes vorgebar ist. So können beispielsweise die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers mit der Wechselspannung zur Versorgung des magnetischen Antriebes gekoppelt sein, so dass beim Anlegen dieser Wechselspannung, wie z.B. beim Einschalten des magnetischen Antriebes, automatisch die Zeitfunktion für den Einschaltvorgang gestartet wird und der Wechselstromsteller entsprechend der Zeitfunktion angesteuert wird. Hierzu können die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers beispielsweise ebenso mit der

Wechselspannung zur Versorgung des magnetischen Antriebes elektrisch versorgt werden, z.B. kann mittels eines Gleichrichters aus dieser Wechselspannung eine Gleichspannung zur Versorgung der Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers und damit auch zur Versorgung des Wechselstromstellers erzeugt werden.

**[0019]** Die Zeitfunktion zur Ansteuerung während des Einschaltvorgangs kann beispielsweise so gewählt werden, dass der Wechselstromsteller zunächst nur einen geringen Strom durch die mindestens eine Spule des elektrischen Antriebes steuert und diesen Strom stetig erhöht, womit die Dynamik des Antriebes an die Erfordernisse des Schaltgerätes angepasst werden kann. Nach Ablauf des Einschaltvorgangs kann der Wechselstromsteller beispielsweise voll durchsteuern, so dass die Strombegrenzung der mindestens einen Antriebsspule beispielsweise einzig durch die Impedanz der mindestens einen Antriebsspule erfolgt. Optional können jedoch zur Strombegrenzung auch noch weitere Impedanzen bzw. Widerstände neben der Impedanz der mindestens einen Antriebsspule verwendet werden.

**[0020]** Ferner kann die Zeitfunktion auch optional zur Ansteuerung des Wechselstromstellers während eines Ausschaltvorgangs des elektrischen Antriebes für das Schaltgerät verwendet werden.

**[0021]** Ein weiterer Vorteil entsteht dadurch, dass durch die Überlagerung der Zeitfunktion der Ansteuerung auf die Eigenzeitkonstante der mindestens einen Erregersspule eines Ausbildung eines einschaltwinkelabhängigen Gleichstromanteils fast vollständig vermieden werden kann. Dadurch können Synchronisationseffekte auf die Phasenlage der Steuerspannung komplett vermieden werden.

**[0022]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Zeitfunktion den Wechselstromsteller während eines Einschaltvorgangs ansteuert.

**[0023]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Zeitfunktion eine Exponentialfunktion darstellt.

**[0024]** Die Exponentialfunktion zur Ansteuerung des Wechselstromstellers während des Einschaltvorgangs kann einen sehr guten Kompromiss aus einer kurzen Verzugszeit, d.h. einer großen Anfangsteilheit, und einem natürlichen Erregungsanstieg darstellen.

**[0025]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers ein RC-Glied umfassen.

**[0026]** Durch das RC-Glied kann beispielsweise die exponentielle Zeitfunktion während eines Einschaltvorgangs vorgegeben werden. Die Realisierung der Zeitfunktion mittels des RC-Gliedes stellt eine besonders kostengünstige Implementierung dar.

**[0027]** Beispielsweise kann das RC-Glied als Zweitor betrachtet werden, wobei an das Eingangstor eine Einschaltspannung angelegt wird, z.B. durch den zuvor beschriebenen Gleichrichter oder durch eine andere Spannungsquelle, so dass am Ausgangstor eine exponentielle ansteigende Ausgangsspannung anliegt, mit welcher der Wechselstromsteller angesteuert wird.

**[0028]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Wechselstromsteller mindestens ein Halbleiterbauelement umfasst.

**[0029]** Der Wechselstromsteller kann beispielsweise mindestens ein Halbleiterbauelement wie z.B. TRIAC, Thyristor, IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), IGCT (Integrated Gate - Commutated Thyristor) oder Transistor umfassen.

**[0030]** Die Ansteuerung des das mindestens eine Halbleiterbauelement umfassenden Wechselstromstellers kann beispielsweise mit den zuvor beschriebenen Mitteln zur Ansteuerung des Wechselstromstellers mit einer Zeitfunktion erfolgen, oder aber auch durch eine andere vorgegebene Steuerspannung oder einen anderen vorgegebenen Steuerstrom.

**[0031]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Wechselstromsteller zwei antiseriell geschaltete Transistoren umfasst.

**[0032]** Diese zwei antiseriell geschalteten Transistoren können beispielsweise mit der mindestens einen Antriebsspule des elektromagnetischen Antriebes eine Reihenschaltung bilden. Z.B. können diese zwei Transistoren zwei Feldeffekttransistoren sein, wie z.B. zwei MOSFETS, die beiden Transistoren können auch zwei IGBTs sein oder andere geeignete Transistoren.

**[0033]** Die zwei antiseriell geschalteten Transistoren können beispielsweise nach Ablauf eines Einschaltvorganges voll durchgesteuert sein, so dass die Strombegrenzung der mindestens einen Antriebsspule beispielsweise einzig durch die Impedanz der mindestens einen Antriebsspule erfolgt. Optional können jedoch zur Strombegrenzung auch noch weitere Impedanzen bzw. Widerstände neben der Impedanz der mindestens einen Antriebsspule verwendet werden.

**[0034]** Die zwei antiseriell geschalteten Transistoren können beispielsweise überschüssige Energie linear abregeln und als Verlustwärme abführen, dies gilt insbesondere bei einem Einschaltvorgang und/oder einem Abschaltvorgang des elektromagnetischen Antriebes.

**[0035]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Vorrichtung Gegenkopplungswiderstände zur Symmetrierung der zwei Transistoren umfasst.

**[0036]** Beispielsweise können die beiden antiseriell geschalteten Transistoren jeweils in einer Emitterschaltung (bei Bipolartransistoren) bzw. in einer Sourceschaltung (bei Feldeffekttransistoren) mit Gegenkopplung betrieben werden, wobei durch die Gegenkopplungswiderstände eine Unabhängigkeit von kritischen Transistorparametern erreicht werden kann. Somit können die beiden antiseriell geschalteten Transistoren beispielsweise jeweils eine spannungsgesteuerte Stromquelle darstellen, wobei jede der Stromquellen einen Gegenkopplungswiderstand zur Stromgegenkopplung aufweist.

**[0037]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die zwei antiseriell geschalteten Transistoren zwei MOSFET-Transistoren sind.

**[0038]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Vorrichtung zwei Dioden umfasst, welche zu-

sammen mit den integrierten Bodydioden der MOSFET-Transistoren einen Brückengleichrichter zur Erzeugung einer Versorgungsspannung zur Ansteuerung des Wechselstromstellers darstellen.

5 **[0039]** Werden beispielsweise n-Kanal-MOSFETs, wie z.B. n-Kanal-MOSFETS vom Anreicherungstyp, für die beiden antiseriell geschalteten Transistoren verwendet, so kann jeweils die zwischen dem Anschluss des p-dotierten Substrats und dem Drain-Anschluss integrierte Bodydiode für die Gleichrichtung verwendet werden.

10 **[0040]** Somit werden nur zwei weitere Dioden neben den beiden ohnehin vorhandenen Bodydioden der MOSFET-Transistoren für den Aufbau des Brückengleichrichters benötigt, wodurch eine kostengünstige und platzsparende Implementierung der Vorrichtung erzielt werden kann.

15 **[0041]** Die durch den Brückengleichrichter aufgebaute Versorgungsspannung kann beispielsweise direkt zur Ansteuerung des Wechselstromstellers verwendet werden, oder es können Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers mit einer Zeitfunktion zwischen dem Ausgang des Brückengleichrichters und dem Wechselstromsteller geschaltet sein. Die zuvor genannten Erläuterungen und Vorteile bezüglich der Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers gelten für diese Ausgestaltung der Erfindung gleichermaßen. So kann z.B. ein RC-Glied zwischen dem Ausgang des Brückengleichrichters und dem Wechselstromsteller platziert sein, so dass der Wechselstromsteller mit einer definierten exponentiellen Zeitfunktion angesteuert werden kann.

20 **[0042]** Ferner kann sich beispielsweise am Ausgang des Gleichrichters ein Spannungsbegrenzungselement, wie z.B. eine in Durchbruchrichtung betriebene Z-Diode oder Zener-Diode, zur Spannungsbegrenzung der gleichgerichteten Spannung befinden. Des Weiteren können sich am Ausgang des Gleichrichters Filtermittel zum Glätten der gleichgerichteten Spannung befinden, wie z.B. mindestens ein Kondensator oder andere Filtermittel.

25 **[0043]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Vorrichtung einen Gleichrichter zur Erzeugung einer Versorgungsspannung zur Ansteuerung des Wechselstromstellers umfasst.

30 **[0044]** Die Vorrichtung kann somit auch einen separaten Gleichrichter umfassen, wobei dieser Gleichrichter beispielsweise durch einen Einweggleichrichter, oder einen Brückengleichrichter oder eine sonstige Gleichrichterschaltung realisiert werden kann.

35 **[0045]** Wie in der vorherigen Ausgestaltung der Erfindung kann die vom Gleichrichter aufgebaute Versorgungsspannung beispielsweise direkt zur Ansteuerung des Wechselstromstellers verwendet werden, oder es können Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers mit einer Zeitfunktion zwischen dem Ausgang des Brückengleichrichters und dem Wechselstromsteller geschaltet sein. Die bezüglich der vorherigen Ausgestaltung genannten Erläuterungen und Vorteile bezüglich des Gleichrichters, der optionalen Mittel zur Ansteuerung

40 **[0046]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Vorrichtung einen Gleichrichter zur Erzeugung einer Versorgungsspannung zur Ansteuerung des Wechselstromstellers umfasst.

45 **[0047]** Die Vorrichtung kann somit auch einen separaten Gleichrichter umfassen, wobei dieser Gleichrichter beispielsweise durch einen Einweggleichrichter, oder einen Brückengleichrichter oder eine sonstige Gleichrichterschaltung realisiert werden kann.

50 **[0048]** Wie in der vorherigen Ausgestaltung der Erfindung kann die vom Gleichrichter aufgebaute Versorgungsspannung beispielsweise direkt zur Ansteuerung des Wechselstromstellers verwendet werden, oder es können Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers mit einer Zeitfunktion zwischen dem Ausgang des Brückengleichrichters und dem Wechselstromsteller geschaltet sein. Die bezüglich der vorherigen Ausgestaltung genannten Erläuterungen und Vorteile bezüglich des Gleichrichters, der optionalen Mittel zur Ansteuerung

des Wechselstromstellers mit einer Zeitfunktion, und optionalen Beschaltungen des Ausgangs des Gleichrichters wie z.B. Spannungsbegrenzung und/oder Filtermittel gelten gleichermaßen für den separaten Gleichrichter.

**[0046]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Gleichrichter mit der Wechselspannung zum Betreiben des elektromagnetischen Antriebes versorgt wird.

**[0047]** Somit wird der Wechselstromsteller automatisch dann mit einer Steuerspannung versorgt, wenn an den elektromagnetischen Antrieb eine Wechselspannung, z.B. zum Einschalten desselben, angelegt wird.

**[0048]** Sind ferner beispielsweise die zuvor erläuterten Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers mit einer Zeitfunktion zwischen Gleichrichter und Wechselstromsteller geschaltet, so kann beim Anlegen dieser Wechselspannung zum Betreiben des Antriebes, wie z.B. beim Einschalten des magnetischen Antriebes, automatisch die Zeitfunktion für den Einschaltvorgang gestartet werden und der Wechselstromsteller entsprechend der Zeitfunktion angesteuert werden.

**[0049]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Wechselstromsteller während eines Einschaltvorgangs eine überschüssige Leistung linear abregelt.

**[0050]** Umfasst der Wechselstromsteller beispielsweise zwei elektronische Schaltelemente, wie z.B. Transistoren, so können diese überschüssige Leistung bzw. Energie linear abregeln und als Verlustwärme abführen.

**[0051]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Vorrichtung Mittel zum Überspannungsschutz umfasst.

**[0052]** So können beispielsweise Überspannungsschutzmittel parallel zum Wechselstromsteller geschaltet sein, z.B. zum Schutz der elektronischen Schaltelemente des Wechselstromstellers wie beispielsweise Transistoren. Beispielsweise können somit diese elektronischen Schaltelemente vor Abschaltspitzen der mindestens einen Antriebsspule beim Abschalten geschützt werden. Diese Überspannungsschutzmittel parallel zum Wechselstromsteller können beispielsweise durch einen Varistor realisiert werden können.

**[0053]** Ferner können beispielsweise auch Überspannungsschutzmittel am Schaltungseingang, an dem z.B. die Eingangswchselspannung angelegt wird, platziert sein, wobei hier auch z.B. ein Varistor verwendet werden kann. Auch diese am Schaltungseingang platzierten Überspannungsschutzmittel können die elektronischen Schaltelemente des Wechselstromstellers schützen, wie z.B. beim Abschalten vor Abschaltspitzen der mindestens einen Antriebsspule beim Abschalten.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

**[0054]** Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispiele zeigenden Zeichnungen näher erläutert.

**[0055]** Dabei zeigen:

Fig. 1: Eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antriebes;

Fig. 2: Eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antriebes;

Fig. 3: Eine detaillierte Darstellung einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antriebes;

**[0056]** Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antriebes eines Schaltgerätes, wobei der elektromagnetische Antrieb mit einem Wechselstromsteller 120 betrieben wird.

**[0057]** Der elektromagnetische Antrieb kann beispielsweise einen elektromagnetischen Antrieb für einen oder mehrere Schütze, oder für ein oder mehrere Relais oder für andere Schaltgeräte darstellen. Der elektromagnetische Antrieb umfasst mindestens eine Antriebsspule 110, und kann mindestens einen Magnetkern und mindestens einen Magnetanker umfassen (nicht in Fig. 1 dargestellt).

**[0058]** Die mindestens eine Antriebsspule 110 liegt in Reihenschaltung mit dem Wechselstromsteller 120, wobei an diese Reihenschaltung eine Wechselspannung  $U_e$  angelegt werden kann. Diese Wechselspannung  $U_e$  dient somit als Versorgungsspannung für die mindestens eine Antriebsspule 110, wobei der durch die mindestens eine Antriebsspule fließende Wechselstrom durch den Wechselstromsteller 120 beeinflussbar ist.

**[0059]** So kann der Wechselstromsteller 120 beispielsweise in einem ersten Zustand den durch die mindestens eine Antriebsspule 110 fließenden Strom derart beeinflussen, dass dieser unter einem ersten Schwellwert liegt, so dass der magnetische Antrieb öffnet, und der Wechselstromsteller 120 kann beispielsweise in einem zweiten Zustand den durch die mindestens eine Antriebsspule 110 fließenden Strom derart beeinflussen, dass dieser über einem zweiten Schwellwert liegt, so dass der magnetische Antrieb schließt.

**[0060]** Des Weiteren kann der Wechselstromsteller den Strom durch die mindestens eine Antriebsspule 110 während eines Schließvorgangs des elektromagnetischen Antriebes, d.h. beim Übergang vom ersten in den zweiten Zustand, gezielt steuern, so dass die Einschalt-dynamik des elektromagnetischen Antriebes beeinflusst werden kann. Somit kann beispielsweise die Schließgeschwindigkeit des elektromagnetischen Antriebes im Nennspannungsbereich auf einen bevorzugten Wert eingestellt werden, so dass z.B. die mechanische Schockbelastung und das Kontaktprellen des Schaltgerätes ge-

mindert werden kann und somit die mechanische und die elektrische Lebensdauer verlängert werden kann. Falls das Schaltgerät einen oder mehrere Schütze mit mindestens einem Hilfsschalter darstellt, so kann beispielsweise auch mittels des Wechselstromstellers die Schließgeschwindigkeit durch Steuern des Stroms während des Einschaltvorgangs derart eingestellt werden, dass die Voreilung des mindestens einen Hilfsschalters einen Mindestwert nicht unterschreitet.

**[0061]** Beispielsweise kann gleichermaßen durch Steuern des Stroms während eines Ausschaltvorgangs des elektromagnetischen Antriebes, d.h. vom Übergang vom zweiten in den ersten Zustand, die Ausschaldynamik des elektromagnetischen Antriebes beeinflusst werden.

**[0062]** Somit kann mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf eine einfache Art und Weise die Einschalt- dynamik und/oder Ausschaldynamik des eines elektrischen Antriebes für ein Schaltgerät beeinflusst werden.

**[0063]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeigt den weiteren Vorteil, dass der elektromagnetische Antrieb mit Wechselstrom betätigt wird und somit beispielsweise durch die wegabhängige Änderung der Induktivität der mindestens einen Antriebsspule der induktiven Blindwiderstand der mindestens einen Spule und damit die Erregerleistung beeinflusst werden kann. Beispielsweise kann durch geeignete Wahl der Wickelparameter der Anzug- und/oder der Haltstrom der mindestens einen Antriebsspule auf einen gewünschten Sollwert abgestimmt werden. Somit ist keine elektronische Absenkung des Haltestroms erforderlich, womit eine kostengünstige Implementierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erzielt werden kann.

**[0064]** Der Wechselstromsteller 120 kann beispielsweise mindestens ein Halbleiterschaltelement wie z.B. TRIAC, Thyristor, IGBT (Integrated Gate Bipolar Transistor), IGCT (Integrated Gate - Commutated Thyristor) oder Transistor umfassen, und/oder mindestens eine Elektronenröhre umfassen. Der Begriff Wechselstromsteller umfasst sämtliche Vorrichtungen, mit denen eine Wechselstrom gesteuert bzw. gestellt werden kann, z.B. in Abhängigkeit eines Steuersignals wie z.B. einer Steuerspannung oder ähnlichem.

**[0065]** Des Weiteren kann der Wechselstromsteller 120 beispielsweise über die Wechselspannung  $U_e$  angesteuert werden, so dass z.B. beim Einschalten der Wechselspannung  $U_e$  der Wechselstromsteller 120 den Strom durch die mindestens eine Antriebsspule 110 gemäß einer vordefinierten Einschaltcharakteristik steuert. Der Wechselstromsteller 120 kann allerdings auch anderweitig angesteuert bzw. geregelt werden, z.B. durch einen Mikrocontroller oder ähnliches.

**[0066]** Die zur ersten Ausführungsform genannten Erläuterungen und Vorteile gelten gleichermaßen für die folgenden Ausführungsformen.

**[0067]** Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen

Antriebes eines Schaltgerätes, wobei der elektromagnetische Antrieb mit einem Wechselstromsteller 220 betrieben wird.

**[0068]** Wie in der ersten Ausführungsform liegt die mindestens eine Antriebsspule 110 in Reihenschaltung mit dem Wechselstromsteller 220, wobei an diese Reihenschaltung eine Wechselspannung  $U_e$  angelegt werden kann. Diese Wechselspannung  $U_e$  dient somit als Versorgungsspannung für die mindestens eine Antriebsspule 110, wobei der durch die mindestens eine Antriebsspule fließende Wechselstrom durch den Wechselstromsteller 120 beeinflussbar ist.

**[0069]** Die zuvor genannten Erläuterungen und Vorteile bezüglich des Wechselstromstellers 120 der ersten Ausführungsform gelten gleichermaßen für den in Fig. 2 gezeigten Wechselstromsteller 220.

**[0070]** Der Weiteren umfasst die Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antriebes in der zweiten gezeigten Ausführungsform Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240, und optional einen Gleichrichter 230 und optional Mittel zum Überspannungsschutz 250, 260.

**[0071]** Die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240 können beispielsweise durch einen Mikrocontroller, und/oder einen DSP und/oder eine andere elektronische bzw. elektrische Schaltung realisiert werden. Mithilfe dieser Zeitfunktion kann der Wechselstromsteller 220 beispielsweise den Erregerstrom durch die mindestens eine Antriebsspule 110 in Abhängigkeit der Zeit gemäß der vorgegebenen Zeitfunktion steuern. Beispielsweise können die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240 eine Steuerspannung zur Steuerung des Wechselstromstellers in Abhängigkeit der Zeitfunktion ausgeben.

**[0072]** Beispielsweise kann diese Zeitfunktion zur Ansteuerung des Wechselstromstellers während eines Einschaltvorgangs des elektrischen Antriebes verwendet werden, so dass durch die Zeitfunktion die Einschalt- dynamik des elektromagnetischen Antriebes vorgebar ist.

**[0073]** Des Weiteren können die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240 auch mit Wechselspannung  $U_e$  zur Versorgung des magnetischen Antriebes gekoppelt sein, wie z.B. in Fig. 2 über den Gleichrichter 230, so dass die Wechselspannung  $U_e$  auch als Steuerspannung für die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240 wirken kann. So kann beispielsweise beim Anlegen der Wechselspannung  $U_e$ , wie z.B. beim Einschalten des magnetischen Antriebes, durch diese Wechselspannung  $U_e$  automatisch eine Zeitfunktion für die Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 während des Einschaltvorgangs gestartet werden und der Wechselstromsteller entsprechend der Zeitfunktion angesteuert werden. Die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240 können somit beispielsweise eine definiert ansteigende Steuerspannung in Abhängigkeit der Zeitfunktion während des Ein-

schaltvorgangs an den Wechselstromsteller 220 ausgehen. Diese Zeitfunktion beim Einschaltvorgang kann beispielsweise durch eine Exponentialfunktion realisiert werden.

**[0074]** Beispielsweise kann ein Gleichrichter 230 aus der Wechselspannung  $U_e$  eine Versorgungsspannung erzeugen, mit welcher die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240 versorgt werden. Somit können die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240 automatisch dann eingeschaltet werden, wenn die Wechselspannung  $U_e$ , z.B. zum Einschalten des elektrischen Antriebes, angelegt wird, so dass beispielsweise wie zuvor beschrieben hierdurch automatisch der Wechselstromsteller 220 gemäß einer vorgegebenen Zeitfunktion während des Einschaltvorgangs angesteuert werden kann.

**[0075]** Der Gleichrichter 230 kann beispielsweise durch einen Einweggleichrichter, oder einen Brückengleichrichter oder eine sonstige Gleichrichterschaltung realisiert werden. Am Ausgang des Gleichrichters 230 kann sich ein Spannungsbegrenzungselement, wie z.B. eine in Durchbruchrichtung betriebene Z-Diode oder Zener-Diode, zur Spannungsbegrenzung der gleichgerichteten Spannung befinden. Des Weiteren können sich am Ausgang des Gleichrichters 230 Filtermittel zum Glätten der gleichgerichteten Spannung befinden, wie z.B. mindestens ein Kondensator oder andere Filtermittel.

**[0076]** Die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240 können beispielsweise ein RC-Glied umfassen. Wird somit beispielsweise eine Wechselspannung  $U_e$  zum Einschalten des magnetischen Antriebes angelegt, so liegt am Ausgang des Gleichrichters 230 dementsprechend eine gleichgerichtete Einschaltspannung an, welche wiederum an den Eingang des RC-Gliedes angelegt werden kann, so dass am Ausgang des RC-Gliedes eine exponentiell ansteigende Ausgangsspannung ausgegeben wird, mit der Wechselstromsteller 220 während des Einschaltvorgangs angesteuert werden kann. Ab einem bestimmten Ausgangsspannungspegel des RC-Gliedes steuert der Wechselstromsteller 220 voll durch und schaltet somit in den zuvor beschriebenen zweiten Zustand.

**[0077]** Ein weiterer Vorteil entsteht dadurch, dass durch die Überlagerung der Zeitfunktion der Ansteuerung auf die Eigenzeitkonstante der mindestens einen Erregerspule 110 eine Ausbildung eines einschaltwinkelabhängigen Gleichstromanteils fast vollständig vermieden wird. Dadurch werden Synchronisationseffekte auf die Phasenlage der Steuerspannung komplett vermieden.

**[0078]** Des Weiteren kann die in Fig. 2 gezeigte Vorrichtung Überspannungsschutzmittel 250, 260 umfassen. Z.B. können Überspannungsschutzmittel 260 direkt parallel zum Wechselstromsteller 220 geschaltet sein, z.B. zum Schutz der elektronischen Schaltelemente des Wechselstromstellers wie beispielsweise Transistoren. Beispielsweise können somit diese elektronischen

Schaltelemente vor Abschaltspitzen der mindestens einen Antriebsspule 110 beim Abschalten geschützt werden. Diese Überspannungsschutzmittel 260 direkt parallel zum Wechselstromsteller 220 können beispielsweise durch einen Varistor realisiert werden können. Ferner können auch Überspannungsschutzmittel 250 am Schaltungseingang platziert sein, wobei hier auch z.B. ein Varistor verwendet werden kann. Auch diese am Schaltungseingang platzierten Überspannungsschutzmittel 250 können die elektronischen Schaltelemente des Wechselstromstellers 220 schützen, z.B. beim Abschalten vor Abschaltspitzen der mindestens einen Antriebsspule 110 beim Abschalten.

**[0079]** Obwohl der Wechselrichter 230, die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240 und der Wechselstromsteller 220 in der Figur 2 als jeweils separate Einheiten dargestellt sind, können diese Einheiten schaltungstechnisch gesehen miteinander verschmelzen, so dass beispielsweise Transistoren des Wechselstromstellers 220 gleichzeitig als Dioden für den Gleichrichter 230 mit verwendet werden. Werden z.B. antiseriell geschaltete MOSFET-Transistoren für den Wechselstromsteller 220 verwendet, so können beispielsweise die integrierten Bodydioden dieser MOSFET-Transistoren zusammen mit zwei weiteren Dioden einen Brückengleichrichter zur Erzeugung einer Versorgungsspannung für die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 mit einer Zeitfunktion 240 und damit zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 220 bilden.

**[0080]** Figur 3 zeigt ein eine detaillierte Darstellung einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antriebes eines Schaltgerätes.

**[0081]** Der Wechselstromsteller 320, welcher in Reihe mit der mindestens einen Antriebsspule 310 des magnetischen Antriebes geschaltet ist, umfasst die beiden antiseriell geschalteten MOSFET-Transistoren V4 und V5.

**[0082]** Die Ansteuerung der Transistoren V4 und V5 erfolgt aus einer Versorgungsspannung, die aus den Dioden V1, V2 und V3, den Widerständen R2 und R3 sowie den nicht in Fig. 3 eingezeichneten Bodydioden der Transistoren V4 und V5 aufgebaut wird. Hierbei bilden die Dioden V1 und V2 zusammen mit den Bodydioden der Transistoren V4 und V5 einen Brückengleichrichter, dessen Minuspol am Knotenpunkt der Widerstände R9 und R10 anliegt. Die Vorwiderstände R2 und R3 können hochohmig ausgebildet sein und somit zur Begrenzung des Versorgungsstrom dienen. Die Diode V3, welche eine Zener-Diode sein kann, wird in Durchbruchrichtung betrieben und begrenzt die Ausgangsspannung des Brückengleichrichters. Des Weiteren kann die Ausgangsspannung des Brückengleichrichters durch Filtermittel, d.h. z.B. den Kondensator C1, tiefpassgefiltert werden und somit geglättet werden, insbesondere während der Nulldurchgänge der Wechselspannung  $U_e$ .

**[0083]** Des Weiteren umfasst die in Fig. 3 dargestellte Vorrichtung Mittel zum Ansteuern des Wechselstrom-

stellers 320 mit einer Zeitfunktion 340, welche ein einen Widerstand R5 und einen Kondensator C2 umfassendes RC-Glied umfasst. Dieses RC-Glied wird mit der vom Kondensator C1 geglätteten Ausgangsspannung des Brückengleichrichters gespeist. Bei Anlegen einer Wechselstromspannung  $U_e$  wird somit die gleichgerichtete und geglättete Ausgangsspannung an das RC-Glied R5/C2 angelegt, und den Transistoren V4 und V5 des Wechselstromstellers 320 wird eine definiert ansteigende Steuerspannung zugeführt. Hierdurch werden die Transistoren V4 und V5 angesteuert und der Erregerstrom der mindestens einen Antriebsspule 310 wird entsprechend der Zeitfunktion des RC-Glieds definiert erhöht. Über die Gegenkopplungswiderstände R9 und R10, die Zenerdiode V3, dem RC-Glied R5/C2 sowie dem Teilerwiderstand R6 kann der Anstieg des Erregerstroms, und damit weitestgehend die Dynamik des elektromagnetischen Antriebes, an die Erfordernisse des Schaltgerätes angepasst werden. Wie schon beim zweiten Ausführungsbeispiel erläutert, können schaltungstechnisch gesehen die Komponenten Wechselstromsteller 320, Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers mit einer Zeitfunktion 340 und Gleichrichter miteinander verschmelzen; so bilden im dritten Ausführungsbeispiel die Bodydioden der MOSFET-Transistoren V4 und V5 zusammen mit den Dioden V1 und V2 einen Brückengleichrichter, und die Zeitfunktion kann beispielsweise auch über die Gegenkopplungswiderstände R9 und 10 und/oder die Zenerdiode V3 oder den Teilerwiderstand R6 beeinflusst werden.

**[0084]** Während des Einschaltvorgangs wird überschüssige Energie linear über die Transistoren V4 und V5 abgeregelt und als Verlustwärme abgeführt. Obwohl während des Einschaltvorgangs kurzfristig eine große Leistung zu stellen sein kann, ist über die relativ kurzen Schaltzeiten die Gesamtverlustleistung der Transistoren V4 und V5 gering.

**[0085]** Nach Ablauf des Einschaltvorgangs sind die Transistoren V4 und V5 vollständig durchgesteuert, so dass die Strombegrenzung der mindestens einen Antriebsspule 310 nunmehr durch die Impedanz der mindestens einen Antriebsspule 310 erfolgt.

**[0086]** Die Zeitfunktion zur Ansteuerung des Wechselstromstellers in Form einer Exponentialfunktion, welche kostengünstig durch das RC-Glied R5/C2 realisiert werden kann, stellt einen guten Kompromiss aus einer möglichst preiswerten Lösung, einer kurzen Verzugszeit und damit großen Anfangsteilheit und einem natürlichen Erregeranstieg mit.

**[0087]** Des Weiteren umfasst die in Fig. 3 dargestellte Vorrichtung Mittel zum Überspannungsschutz, wie z.B. den parallel zum Wechselstromsteller 320 geschalteten Varistor R11, welcher den Wechselstromsteller 320 gegen Überspannungen schützt. Zusammen mit dem Varistor R1 begrenzt der Varistor R11 gleichzeitig auftretende Abschaltspitzen der mindestens einen Antriebsspule 310.

**[0088]** Die Widerstände R9 und R10, welche wie zuvor

beschrieben zur Anpassung der Zeitfunktion zur Ansteuerung des Wechselstromstellers 320 verwendet werden können, haben ferner auch die Aufgabe als Gegenkopplungswiderstände die Transistoren V4 und V5 zu symmetrieren, um eine Abhängigkeit von kritischen Transistorparametern zu minimieren, wie z.B. unterschiedliche Schwellspannung der Transistoren V4 und V5 auszugleichen.

**[0089]** Aufgrund der Einfachheit der Schaltung, des sehr geringen Steuerleistungsbedarfs und des sehr guten Schutzes der Steuertransistoren gegen Überspannungen eignet sich dieses Schaltungskonzept sehr gut auch für hohe Netzspannungen bis zu 690V-AC.

**[0090]** Ein weiterer Vorteil entsteht dadurch, dass durch die Überlagerung der Zeitfunktion der Ansteuerung auf die Eigenzeitkonstante der mindestens einen Erregerpule 310 eine Ausbildung eines einschaltwinkelabhängigen Gleichstromanteils fast vollständig vermieden wird. Dadurch werden Synchronisationseffekte auf die Phasenlage der Steuerspannung komplett vermieden.

**[0091]** Diese dritte Ausführungsform stellt eine mögliche Realisierung der gezeigten schematischen ersten und/oder zweiten Ausführungsform dar, insofern gelten die bezüglich der ersten und zweiten Ausführungsform genannten Erläuterungen und Vorteile gleichermaßen für diese dritte Ausführungsform.

### 30 Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Betreiben eines elektromagnetischen Antriebes eines Schaltgerätes, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektromagnetische Antrieb mit einem Wechselstromsteller betrieben wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers mit einer Zeitfunktion umfasst.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitfunktion den Wechselstromsteller während eines Einschaltvorgangs ansteuert.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zeitfunktion eine Exponentialfunktion darstellt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Ansteuerung des Wechselstromstellers ein RC-Glied umfassen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wechselstromsteller mindestens ein Halbleiterbauelement umfasst.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wechselstromsteller zwei antiseriell geschaltete Transistoren umfasst.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung Gegenkopplungswiderstände zur Symmetrierung der zwei Transistoren umfasst. 5
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei antiseriell geschalteten Transistoren zwei MOSFET-Transistoren sind. 10
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung zwei Dioden umfasst, welche zusammen mit den integrierten Bodydioden der MOSFET-Transistoren einen Brückengleichrichter zur Erzeugung einer Versorgungsspannung zur Ansteuerung des Wechselstromstellers darstellen. 15  
20
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung einen Gleichrichter zur Erzeugung einer Versorgungsspannung zur Ansteuerung des Wechselstromstellers umfasst. 25
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gleichrichter mit der Wechselspannung zum Betreiben des elektromagnetischen Antriebes versorgt wird. 30
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wechselstromsteller während eines Einschaltvorgangs eine überschüssige Leistung linear abregelt. 35
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung Mittel zum Überspannungsschutz umfasst. 40

45

50

55

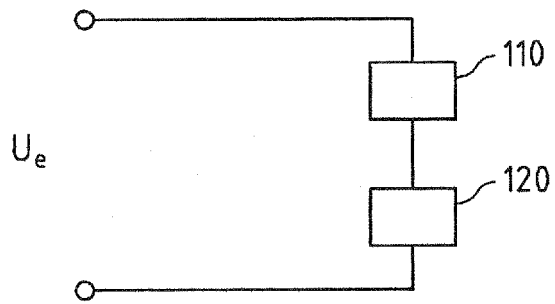


Fig.1

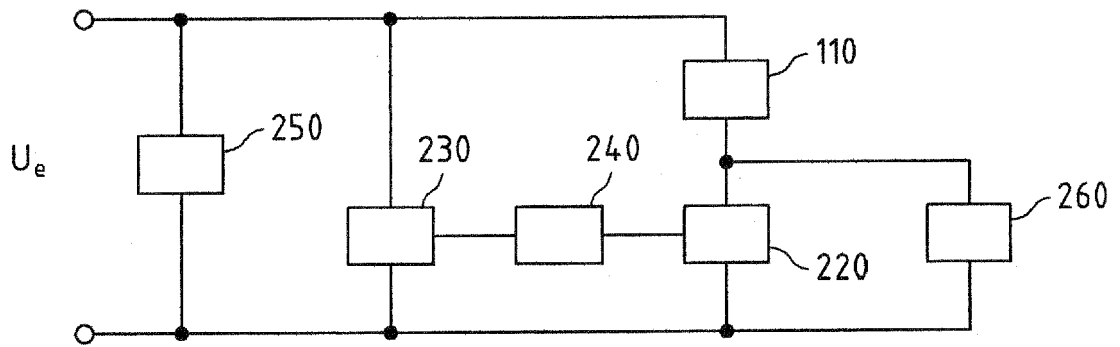


Fig.2

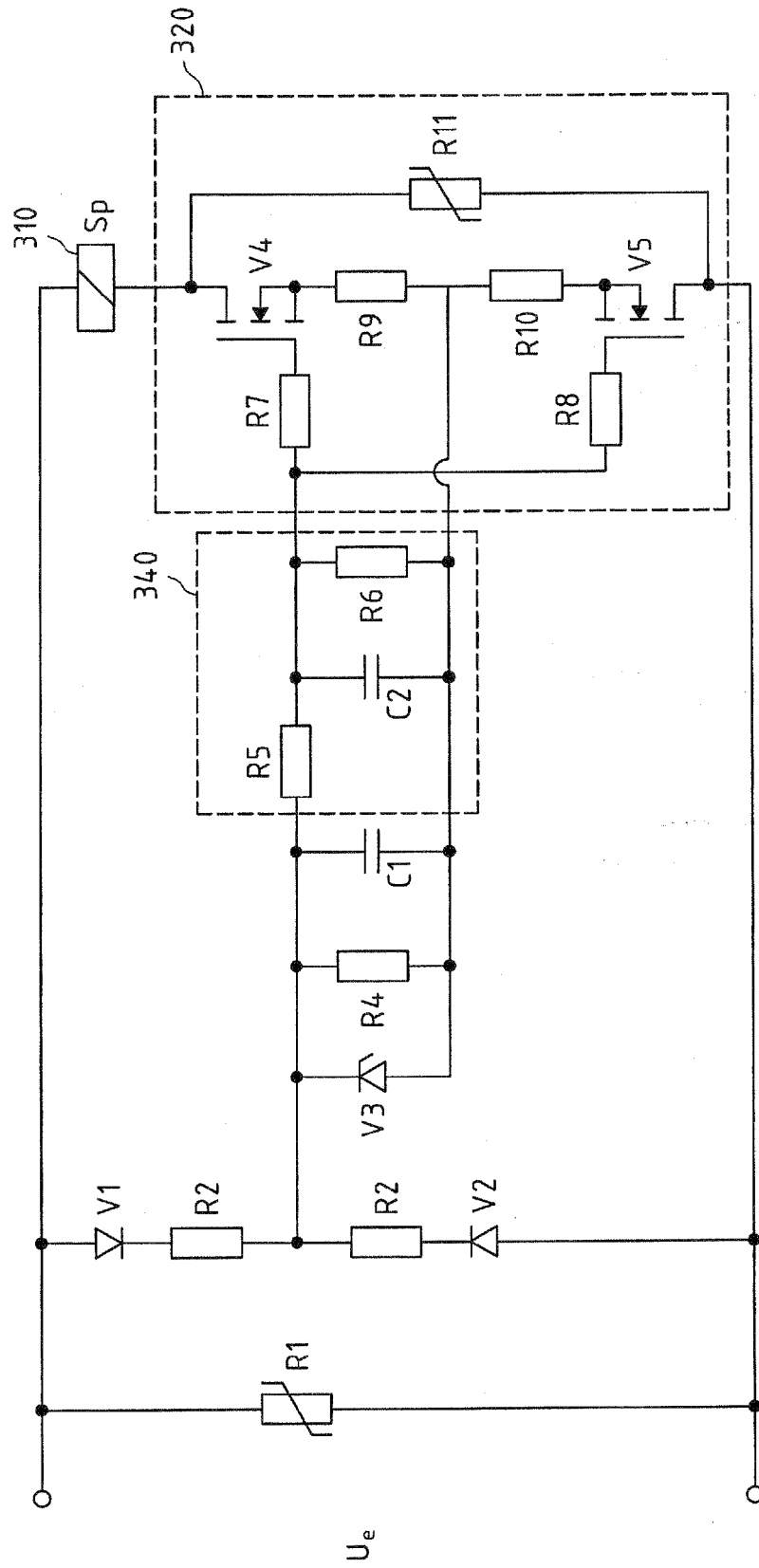


Fig.3