(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 353 345 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.10.2010 Patentblatt 2010/43

(51) Int Cl.:
H01H 9/56 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **03007495.9**

(22) Anmeldetag: **07.04.2003**

(54) **Ansteuerverfahren für eine Schalteinrichtung und Ansteuerschaltung zur Durchführung des Verfahrens**

Drive method for a switching device and driving circuit for this method

Méthode de commande pour un dispositif de commutation et circuit de commande pour cette méthode

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE LI NL

(30) Priorität: **11.04.2002 DE 10215979**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.10.2003 Patentblatt 2003/42

(73) Patentinhaber: **CEAG Notlichtsysteme GmbH**
59494 Soest (DE)

(72) Erfinder: **Vornweg, Dietmar**
48163 Münster (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey,**
Stockmair & Schwanhäusser
Anwaltssozietät
Leopoldstrasse 4
80802 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 997 921

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 353 345 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ansteuerverfahren für eine Schalteinrichtung mit wenigstens einem Relais, Schütz oder dergleichen, welche zumindest einen elektrischen Verbraucher mit einem versorgenden Netz wahlweise verbindet, bei welchem Ansteuerverfahren einer Ansteuerschaltung der Schalteinrichtung ein eine Schaltspannung auslösendes Schaltsignal eingegeben wird und in Reaktion auf das Schaltsignal nach Ablauf einer Schaltzeit ein durch eine Induktionseinrichtung betätigbarer Kontakt der Schalteinrichtung schließt, wobei ein durch die Induktionseinrichtung fließender Schaltstrom in zeitlicher Abhängigkeit des an der Induktionseinrichtung in Reaktion auf das Schaltsignal angelegten Schaltspannung bis auf zumindest einen Schaltwert ansteigt.

[0002] Weiterhin betrifft die Erfindung eine entsprechende Ansteuerschaltung zur Durchführung des vorangehend genannten Ansteuerverfahrens.

[0003] Ein solches Ansteuerverfahren dient beispielsweise in der Praxis dazu, Glühlampen oder Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten als elektrische Verbraucher über Relaiskontakte an das versorgende Netz zu schalten. Glühlampen weisen einen kleinen Kaltwiderstand und die Vorschaltgeräte entsprechen einer kapazitiven Last auf, so dass bei Schließen des Relaiskontaktes im ungünstigen Fall im Spannungsmaximum des versorgenden Netzes Einschaltströme auftreten, die mindestens das 20 bis 80-fache des Nennstroms des entsprechenden elektrischen Verbrauchers betragen.

[0004] Zur Zeit sind Schalteinrichtungen mit Relais, Schützen oder dergleichen verfügbar, die in der Lage sind, einen Einschaltstrom vom 8 bis 10-fachen des Nennstroms zu bewältigen.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist, hohe Einschaltströme in einfacher und kostengünstiger Weise zu verhindern.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. die Merkmale des Patentanspruchs 10 gelöst.

[0007] Bevorzugte Ausführungsformen der beanspruchten Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0008] Gemäß Erfindung wird die entsprechende Schalteinrichtung so angesteuert, dass der Kontakt zur Begrenzung der Einschaltströme im Spannungsnulldurchgang oder zumindest nahe des Spannungsnulldurchganges der Spannung des versorgenden Netzes geschlossen wird. Dies wird dadurch erreicht, dass ein entsprechendes Schaltsignal zum Schließen des Kontaktes zu einem Zeitpunkt der Schalteinrichtung übermittelt wird, zu dem sichergestellt ist, dass nach Ablauf der Schaltzeit, das heißt der Zeitspanne zwischen dem logischen Befehl "Schalteinrichtung betätigen" durch das entsprechende Schaltsignal und dem Schließen des Kontaktes, gerade ein Spannungsnulldurchgang der Netzspannung auf der zu schaltenden Leitung zwischen versorgendem Netz und elektrischem Verbraucher vorliegt. In diesem Fall ist der Einschaltstrom äußerst gering und es können Schalteinrichtungen mit kleinen Relais verwenden werden, die kostengünstiger als größere Relais sind.

[0009] Die oben genannte Zeitspanne, die zwischen Anlegen der Schaltspannung und Erreichen des Schaltwertes des Schaltstromes abläuft, ist durch die vorgegebene Funktion bestimmt, die die zeitliche Abhängigkeit von Schaltstrom und Schaltspannung wiedergibt. Daher kann unter Berücksichtigung dieser Funktion die Schaltspannung vorangehend genannten Zeitpunkt angelegt werden, zu dem sichergestellt ist, dass der Schaltstrom gerade dann seinen Schaltwert erreicht, wenn im wesentlichen ein Spannungsnulldurchgang der Netzspannung vorliegt.

[0010] Leider ist in diesem Zusammenhang zu beachten, dass die Schaltzeit durch sie beeinflussende Parameter und deren Variationen oder Toleranzen variieren kann.

[0011] Dokument EP-0 997 921 A1 (03 May 2000) offenbart eine Ansteuerschaltung mit einem Ansteuereingang zur Eingabe des Schaltsignals und einer Schaltstrombestimmungsschaltung zur Bestimmung eines Schaltwertes des Schaltstroms derart, dass der Schaltstrom bei im wesentlichen Spannungsnulldurchgang der Netzspannung einen zum Schalten des Kontaktes ausreichend großen Schaltwert aufweist. Im Gegensatz zu der Ansteuerschaltung des Anspruchs 10 weist diese Ansteuerschaltung keine Zeitkonstantenschaltung zur Bestimmung einer Exponentialfunktion zur Wiedergabe der zeitlichen Abhängigkeit von Schaltstrom und Schaltspannung und keinen Regler zur Regelung der Schaltspannung unter Berücksichtigung der Exponentialfunktion auf.

[0012] Um Ansteuerverfahren bzw. entsprechende Ansteuerschaltung gemäß Erfindung dahingehend zu verbessern, dass die Schaltzeit unabhängig von Toleranzen der sie beeinflussenden Parameter reproduzierbar genau bestimmt werden kann, so dass der Kontakt der Schalteinrichtung zur Begrenzung der Einschaltströme auch b ei Vorliegen solcher Toleranzen im Spannungsnulldurchgang oder zumindest sehr nahe zum Spannungsnulldurchgang der Netzspannung geschlossen wird, werden vorgegebene oder bei Anwendung der Schalteinrichtung auftretende Variationen wenigstens eines Parameters, wie Temperatur, Induktivität, Widerstand oder Spannung erfasst, wobei dieser Parameter die zeitliche Abhängigkeit von Schaltstrom und Schaltspannung bestimmt. Ist die Variation des entsprechenden Parameters erfasst, kann die von diesem Parameter abhängige Funktion für die zeitliche Abhängigkeit von Schaltstrom und Schaltspannung zum Erreichen einer genaueren Schaltzeit vorgegeben oder bestimmt werden. Diese Funktion wird dann verwendet, um die Schaltspannung in einem solchen Zeitpunkt anzulegen, damit noch zeitgenauer ein Schaltwert des Schaltstroms zum

Schließen des Kontakts im wesentlichen beim Spannungsnulldurchgang der Netzspannung erreicht wird.

[0013] Auf diese Weise ist durch das erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet, dass nur äußerst geringe Einschaltströme bei Schließen des Kontaktes auftreten. Die Schaltzeit ist aufgrund der Berücksichtigung der Variationen des zumindest einen sie beeinflussenden Parameters in ihrer Genauigkeit und in ihrer Reproduzierbarkeit verbessert.

[0014] Erfindungsgemäß sind daher kleine und kostengünstige Relais oder Schütze für die Schalteinrichtung verwendbar.

[0015] Da das Schalten des Kontaktes durch eine Induktionseinrichtung erfolgt, kann es als günstig angesehen werden, wenn die zeitliche Abhängigkeit von Schaltstrom und Schaltspannung durch eine Exponentialfunktion gegeben ist. Eine solche Exponentialfunktion hat in der Regel folgende Form:

$$e^{\tau/t}$$

τ entspricht der Zeitkonstanten der e-Funktion und ist bei einer Spule als Induktionseinrichtung durch L_{Spule}/R_{Spule} gegeben. L_{Spule} entspricht dabei der Induktivität der Spule und R_{Spule} entspricht dem Widerstand der Spule bzw. der entsprechenden Induktionseinrichtung. Bei einer solchen Exponentialfunktion ergibt sich der Schaltwert des Schaltstroms bzw. dessen Endwert als $I_{Spule} = U_{Spule}/R_{Spule}$ mit U_{Spule} als Schaltspannung. Weiterhin ist zu beachten, dass der Spulenwiderstand R_{Spule} auch abhängig von der Spulentemperatur δ_{Spule} ist. Entsprechend den Variationen dieser vorangehend genannten vier Parameter kann sich die Schaltzeit verändern.

[0016] Es ergibt sich, dass die Schaltzeit t proportional zur Induktivität L, zum Widerstand R und auch zur Spulentemperatur δ ist. Allerdings ist die Schaltzeit t umgekehrt proportional zur Spulenspannung bzw. Schaltspannung.

[0017] Die Variationen der vorangehenden Parameter sind in der Regel nicht beliebig, sondern weisen nur Variationen bestimmter Größen auf. Daher kann für jede Abhängigkeit der Schaltzeit vom entsprechenden Parameter in der Exponentialfunktion ein maximaler oder ein minimaler Wert des Parameters innerhalb seiner Variationen in dem Exponenten angegeben werden. Das heißt, beispielsweise für Temperatur, Widerstand und Induktivität wird der innerhalb der Variationen dieser Größen maximal auftretende Wert im Exponenten berücksichtigt, während für die Spulspannung der minimale Wert verwendet wird.

[0018] Um die entsprechenden Variationen oder Toleranzen dieser Parameter zu bestimmen, ist je nach Parameter ein unterschiedliches Verfahren anzuwenden. Beispielsweise sind Variationen oder Toleranzen für Spulenwiderstand und Spuleninduktivität einem entsprechenden Datenblatt für die Spule bzw. das Relais zu entnehmen. Spulenspannung bzw. Schaltspannung und Spulentemperatur sind allerdings je nach Anwendung der Schalteinrichtung variabel. Die Spulenspannung kann beispielsweise durch den Anwender ausgewählt werden, um entsprechend einen Spulen- oder Schaltstrom zu bestimmen. Die Spulentemperatur ist einerseits durch den Schaltstrom und andererseits durch die Umgebungstemperatur bestimmt. Allerdings zeigt sich auch bei diesen Parametern, dass nur bestimmte Variationen vorliegen, so dass auch hier rnaximale bzw. minimale Werte der Parameter auswählbar sind.

[0019] Erfindungsgemäß wird die Exponentialfunktion für den Schaltstrom so unter Berücksichtigung der entsprechenden Toleranzen bzw. Variationen der Parameter ausgewählt, dass die Schaltzeitabweichungen relativ zum Spannungsnulldurchgang der Netzspannung weniger als +/- 2 ms und vorzugsweise weniger als +/- 1 ms betragen. Bei solchen geringfügigen Abweichungen der Schaltzeit vom Spannungsnulldurchgang ist der Einschaltstrom immer noch klein genug, um kleine und kostengünstige Relais verwenden zu können.

[0020] Eine im wesentlichen optimale Exponentialfunktion ergibt sich durch eine e-Funktion des Schaltstroms, bei der im Exponenten die größte innerhalb der Variationen der Induktivität auftretende Spuleninduktivität, der größte innerhalb der Variationen auftretende Widerstand, die größt mögliche auftretende Temperatur und gleichzeitig die kleinstmögliche auftretende Spulenspannung angegeben ist.

[0021] Erfindungsgemäß wird weiterhin eine Ansteuerschaltung zur Durchführung des vorangehend geschilderten Ansteuerverfahrens der Schalteinrichtung beschrieben mit einem Ansteuereingang zur Eingabe des Schaltsignals, einer Schaltstrombestimmungsschaltung zur Bestimmung eines Schalt- oder Endwertes des Schaltstroms, einer Zeitkonstantenschaltung zur Bestimmung der Exponentialfunktion zur Wiedergabe der zeitlichen Abhängigkeit von Schaltstrom und Schaltspannung sowie einem Regler zur Regelung der Schaltspannung zur Berücksichtigung der Exponentialfunktion derart, dass der Schaltstrom bei im wesentlichen Spannungsnulldurchgang der Netzspannung einen zum Schalten des Kontaktes ausreichenden großen Wert, vorzugsweise den Schaltwert, aufweist.

[0022] Eine einfache Möglichkeit zur Ansteuerung der Schalteinrichtung bzw. der Ansteuerschaltung kann darin gesehen werden, wenn das Schaltsignal ein digitales Signal insbesondere von einem Prozessor ist.

[0023] Auf diese Weise ist das Schaltsignal leicht in der Größe variierbar.

[0024] Die Schaltstrombestimmungsschaltung kann direkt aus dem Schaltsignal einen Endwert bzw. Schaltwert des Spulenstroms festlegen. Eine einfache Möglichkeit zur Variation des Endwertes des Spulenstroms kann darin gesehen werden, wenn die Schaltstrombestimmungsschaltung einen Spannungsteiler aufweist. Je nach Größe der entsprechenden Widerstände in den ver-

schiedenen Zweigen des Spannungsteilers wird aus dem Schaltsignal ein entsprechender Spannungsteilwert bestimmt, der je nach dessen Größe einen unterschiedlichen Endwert des Spulenstroms festlegt.

[0025] Um in einfacher Weise mittels der Zeitkonstantenschaltung die Zeitkonstante τ der e-Funktion und dabei die zeitliche Abhängigkeit des Schaltstroms zu bestimmen, kann die Zeitkonstantenschaltung eine CR-Schaltung aufweisen.

[0026] Zur Vereinfachung der Ansteuerschaltung kann weiterhin der Spannungsteiler Teil der CR-Schaltung sein.

[0027] Durch die Konduktivität der CR-Schaltung und die Widerstände des Spannungsteilers wird die Zeitkonstante τ der e-Funktion bestimmt, wobei der an der Konduktivität entstehende Spannungsverlauf den Sollwert des Schalt- oder Spulenstroms darstellt.

[0028] Um den entsprechenden Sollwert des Spulenstroms, der durch den Spannungsverlauf an der Kapazität der CR-Schaltung dargestellt ist, dafür zu verwenden, dass entsprechend die der Induktionseinrichtung der Schalteinrichtung zugeführte Schaltspannung der Spannung an der Kapazität folgt, kann dieser Sollwert einem PI-Regler zugeführt werden.

[0029] Um entsprechend die Schaltspannung in einfacher Weise zu steuern und mit entsprechender Größe zu erzeugen, kann der Induktionseinrichtung der Schalteinrichtung ein Transistor mit einem Source-Widerstand vorgeschaltet sein, wobei die am Source-Widerstand anliegende Schaltspannung gesteuert durch den Regler der Spannung an der Kapazität bzw. dem C-Glied der CR-Schaltung folgt, wobei durch diese Schaltspannung der Schaltstrom in der Induktionseinrichtung bzw. Spule bestimmt ist.

[0030] Erfindungsgemäß kann mit einer einfachen Ansteuerschaltung mit geringen Kosten ein Ansteuerverfahren für eine Schalteinrichtung durchgeführt werden, bei dem die Schaltzeit reproduzierbar genau ist und eventuelle Toleranzen oder Variationen bei einer Reihe von Parametern, die die Schaltzeit beeinflussen, in der Weise berücksichtigt werden, dass der Kontakt der Schalteinrichtung immer im Spannungsnulldurchgang oder nahe des Spannungsnulldurchgangs der versorgenden Netzspannung geschlossen wird.

[0031] Im folgenden wird ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel für eine Ansteuerschaltung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Ansteuerverfahrens anhand der einzigen Figur erläutert.

[0032] Es zeigt:

Figur 1 eine Prinzipdarstellung eine Ansteuerschaltung zur Durchführung eines Ansteuerverfahrens für eine Schalteinrichtung,

[0033] Nach Figur 1 umfasst eine Schalteinrichtung 1 ein Relais oder Schütz 2 mit wahlweise schaltbaren Kontakten und einer Spule 20 als Induktionseinrichtung 8. Mittels der Kontakte 9 ist ein elektrischer Verbraucher 3 mit einem versorgenden Netz 4 verbindbar. Das Netz 4 ist ein Wechselspannungsnetz, so dass bei Betätigen der Kontakte 9 die Verbindung zwischen elektrischen Verbraucher und versorgendem Netz 4 prinzipiell bei jedem Wert der Versorgungsspannung zwischen derem maximalen und minimalen Wert erfolgen kann.

[0034] Dabei ist zu beachten, dass der elektrische Verbraucher beispielsweise eine Glühlampe oder eine Leuchtstofflampe mit elektronischem Vorschaltgerät sein kann. Eine Glühlampe weist einen kleinen Kaltwiderstand auf und das Vorschaltgerät kann als kapazitive Last betrachtet werden, so dass beim Schließen der Kontakte 9 beispielsweise im Spannungsmaximum der Versorgungsspannung Einschaltströme für den elektrischen Verbraucher auftreten, die zumindest das 20 bis 80-fache des Nennstromes des elektrischen Verbrauchers betragen. Dies kann sowohl zur Zerstörung der Schalteinrichtung als auch zur Zerstörung des elektrischen Verbrauchers führen.

[0035] Dies wird erfindungsgemäß verhindert, indem im Spannungsnulldurchgang der Versorgungsspannung bzw. nahe des Spannungsnulldurchgangs die Kontakte 9 geschlossen werden. In diesem Zusammenhang wird es als ausreichend betrachtet, wenn das Schließen der Kontakte 2 ms, vorzugsweise 1 ms oder weniger vor und nach dem Spannungsnulldurchgang erfolgt.

[0036] Zum Schalten der Kontakte 9 muss die Spule 20 von einem Schaltstrom 10 mit entsprechender Größe durchflossen werden, um ein ausreichend großes Magnetfeld der Spule zu erzeugen, welches eine Federkräften innerhalb des Relais 2 entgegenwirkende Kraft zum Schließen der Kontakte erzeugt. Diese Kraft ist proportional zur magnetischen Durchflutung der Spule und damit auch proportional zum Schaltstrom 10.

[0037] Der Schaltstrom 10 steigt bei Anlegen einer entsprechenden Schaltspannung 6 an der Spule gemäß einer Exponentialfunktion mit Zeitkonstanten τ an τ entspricht dem Quotienten aus L_{Spule} und R_{Spule}. L_{Spule} ist die Induktivität der Spule 20 und R_{Spule} ist der Spulenwiderstand. Das heißt, der Schaltstrom erreicht erst nach einer gewissen Zeit einen Wert (Schaltwert), der groß genug zum Schließen der Kontakte ist. Diese zeitliche Verzögerung von Schaltstrom und Schaltspannung wird erfindungsgemäß berücksichtigt, um im oder nahe bei dem Spannungsnulldurchgang der Versorgungsspannung die Kontakte 9 zu schließen.

[0038] Die Zeit, die zwischen einem entsprechenden Befehl zum Schließen der Kontakte und dem tatsächlichen Schließen der Kontakte durch Erreichen des Schaltwertes des Schaltstromes verstreicht, wird allgemein als Schaltzeit bezeichnet. Bei dieser Schaltzeit ist we iterhin zu beachten, dass sie von einer Reihe von Parametern abhängt und diese Parameter keinen konstanten Wert aufweisen, sondern mit bestimmten Toleranzen behaftet sind oder zeitlich variieren können. Beispiele für diese Parameter sind Temperatur δ der Spule, Spulenwiderstand, Spuleninduktivität und Spulenspannung. Die Temperatur der Spule wirkt sich beispielsweise

in einer Änderung des Spulenwiderstandes aus.

[0039] Folglich ergibt sich, dass die Schaltzeit zumindest von den folgenden vier physikalischen Größen bzw. Parametern der Spule abhängt:

Temperatur δ, Widerstand R, Spannung U und Induktivität L.

[0040] Bei Betrachtung der Abhängigkeit von Schaltzeit und Parametern ergibt sich, dass die Schaltzeit t proportional zur Induktivität L, proportional zum Widerstand R, proportional zur Temperatur δ und umgekehrt proportional zur Spulenspannung U ist. Auch bei Variationen dieser Parameter ändert sich qualitativ nichts am Verlauf des Schaltstroms bzw. seiner zeitlichen Verzögerung relativ zur Schaltspannung, welcher Verlauf und zeitliche Verzögerung durch die entsprechende Exponentialfunktion beschrieben ist.

[0041] Die Variationen bzw. Toleranzen der verschiedenen Parameter sind auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen. Die Toleranzen bzw. Variationen von Spulenwiderstand und Spuleninduktivität sind herstellungsbedingt und ergeben sich beispielsweise aus einem entsprechenden Datenblatt des Relais oder Schützes 2 der Schalteinrichtung 1. Spulenspannung und Spulentemperatur sind durch äußere Bedingungen oder durch Vorgabe entsprechender Bedingungen durch einen Anwender der Schalteinrichtung 1 bestimmt. Auch für Spulenspannung und Spulentemperatur lassen sich die Toleranzen bestimmen.

[0042] Durch die Ansteuerschaltung 5 gemäß der Erfindung und das entsprechende erfindungsgemäße Ansteuerverfahren, wird eine Exponentialfunktion für den Schaltstrom bestimmt, die unter Berücksichtigung aller Toleranzen der vorangehend genannten Parameter eine reproduzierbar genaue Schaltzeit sicherstellt. Auf diese Weise ist ein Schalten im oder nahe des Spannungsnulldurchgangs unabhängig von den jeweiligen Toleranzen der Parameter möglich. Dies erfolgt erfindungsgemäß dadurch, dass diejenige Exponentialfunktion zur Bestimmung des Schaltstroms in Abhängigkeit der Schaltspannung verwendet wird, die die maximalen Schaltzeitänderungen verursacht durch die Toleranzen der Parameter berücksichtigt. Dies bedeutet, dass die größt mögliche Spulinduktivität, der größt mögliche Spulenwiderstand, die größt mögliche Spulentemperatur und gleichzeitig die kleinst mögliche Spulenspannung in der Exponentialfunktion berücksichtigt werden.

[0043] Schaltungstechnisch folgt die Umsetzung der Exponentialfunktion nach Figur 1 durch die Ansteuerschaltung 5. Diese weist Ansteuereingänge 11 auf, an denen ein entsprechendes Schaltsignal 7 von einem Prozessor 15 anlegbar ist, durch das ein Schließen der Kontakte 9 mittels Relais oder Schütz 2 hervorgerufen werden soll. Das Schaltsignal 7 ist dabei ein digitales Signal. Das Schaltsignal 7 wird einem Spannungsteiler 16 als Schaltstrombestimmungsschaltung 12 zugeführt. Der Spannungsteiler 16 legt einen Endwert oder Schaltwert des Spulen- oder Schaltstromes fest. Die Schaltstrombestimmungsschaltung 12 bildet einen Teil einer als CR-Schaltung 17 ausgebildeten Zeitkonstantenschaltung 13. Diese enthält neben dem Spannungsteiler 16 noch eine Kapazität bzw. ein C-Glied 21. Durch die Zeitkonstantenschaltung 13 wird die Zeitkonstante τ der Exponentialfunktion bestimmt, die die zeitliche Abhängigkeit von Schaltstrom und Schaltspannung wiedergibt. Der am Kondensator 21 entstehende Spannungsverlauf stellt den Sollwert des Schaltstromes dar. Dieser Sollwert wird einem PI-Regler 14 mit Operationsverstärker 32 zugeführt. Durch den Operationsverstärker 32 und diesem vorgeschaltete Widerstände 22, 23 sowie weiteren Widerständen 26, 27, 28, Kondensatoren 25 und 30 sowie Diode 29 wird erreicht, dass die Schaltspannung 6 am Widerstand 19 der Spannung am C-Glied 21 folgt. Hierbei ist noch zu beachten, dass der Widerstand 19 als Source-Widerstand 1 9 eines Transistors 18 verschaltet ist, über welchen Transistor die Spule 20 der Schaltstrom zugeführt wird. Mit der Schaltspannung 6 am Source-Widerstand 19 ist auch der Spulenstrom 10 für die Spule 20 festgelegt.

[0044] Die entsprechenden Toleranzen der Parameter, die bei der Exponentialfunktion in der oben beschriebenen Weise berücksichtigt werden, sind durch die Zeitkonstantenschaltung 13 und damit durch die Bestimmung der Zeitkonstante τ der Exponentialfunktion berücksichtigt.

[0045] Durch den Prozessor 15 kann beispielsweise noch der zeitliche Verlauf der versorgenden Spannung festgestellt werden, um das entsprechende Schaltsignal 7 zum korrekten Zeitpunkt der Schalteinrichtung 1 zuzuführen, wobei dieser Zeitpunkt so gewählt ist, dass das Schließen der Kontakte 9 im oder nahe des Spannungsnulldurchgangs der versorgenden Spannung erfolgt, wobei die Schaltzeit durch die Ansteuerschaltung 5 der Schalteinrichtung 1 mit den entsprechenden Toleranzen der die Schaltzeit beeinflussenden Parametern berücksichtigt ist und dadurch eine reproduziergenaue Schaltzeit sichergestellt ist.

[0046] Erfindungsgemäß erfolgt folglich ein Schalten der Kontakte 9 der Schalteinrichtung 1 im Spannungsnulldurchgang oder nahe beim Spannungsnulldurchgang der versorgenden Netzspannung, so dass die auftretenden Einschaltströme relativ gering sind. Dadurch ist es möglich, auch kleine und kostengünstigere Relais zu verwenden und auf den Einsatz größerer und teurerer Relais zu verzichten.

Patentansprüche

1. Ansteuerverfahren für eine Schalteinrichtung (1) mit wenigstens einem Relais (2), Schütz oder dergleichen, welche zumindest einen elektrischen Verbraucher (3) mit einem versorgenden Netz (4) wahlweise verbindet, bei welchem Ansteuerverfahren eine Ansteuerschaltung (5) der Schalteinrichtung (1) ein eine Schaltspannung (6) auslösendes Schaltsignal (7) eingegeben wird und in Reaktion auf das Schaltsi-

gnal (7) nach Ablauf einer Schaltzeit ein durch eine Induktionseinrichtung (8) betätigter Kontakt (9) der Schalteinrichtung (1) schließt, wobei ein durch die Induktionseinrichtung (8) fließender Schaltstrom (10) in zeitlicher Abhängigkeit von der an der Induktionseinrichtung (8) in Reaktion auf das Schaltsignal (7) angelegten Schaltspannung (6) bis auf zumindest einen Schaltwert ansteigt, **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte:

i) Vorgeben einer von wenigstens einem die Schaltzeit beeinflussenden Parameter abhängigen Funktion, welche die zeitliche Abhängigkeit von Schaltstrom (10) und Schaltspannung (6) wiedergibt, und
ii) Anlegen der Schaltspannung (6) im wesentlichen zum **durch** die Funktion bestimmten zeitgenauen Erreichen des Schaltwertes des Schaltstroms (10) zum Schließen des Kontakts (9) im wesentlichen bei Spannugsnulldurchgang der Netzspannung.

2. Ansteuerverfahren nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch
Bestimmen von vorgegebenen oder bei der Anwendung der Schalteinrichtung (1) auftretenden Variationen wenigstens eines die zeitliche Abhängigkeit von Schaltstrom (10) und Schaltspannung (6) bestimmenden Parameters, wie Temperatur der Induktionseinrichtung und/oder Widerstand der Induktionseinrichtung
und/oder Schaltspannung und/oder Induktivität der Induktionseinrichtung und Berücksichtigen des Parameters mit Variation in der Funktion, die die zeitliche Abhängigkeit von Schaltstrom (10) und Schaltspannung (6) wiedergibt.

3. Ansteuerverfahren nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch
Vorgeben der zeitlichen Abhängigkeit von Schaltstrom (10) und Schaltspannung (6) **durch** eine Exponentialfunktion.

4. Ansteuerverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schaltzeit sich proportional jeweils zur Induktivität der Induktionseinrichtung, zur Temperatur der Induktionseinrichtung und zum Widerstand der Induktionseinrichtung ändert.

5. Ansteuerverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schaltzeit sich umgekehrt proportional zur Schaltspannung ändert.

6. Ansteuerverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass je nach Abhängigkeit der Schaltzeit vom entsprechenden parameter in der Exponentialfunktion ein maximaler oder minimaler Wert des Parameters innerhalb seiner Variationen im Exponenten der Exponentialfunktion angegeben wird.

7. Ansteuerverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Schaltzeitabweichungen relativ zum Spannungsnulldurchgang der Netzspannung weniger als +/- 2 ms und vorzugsweise weniger als +/- 1 ms betragen.

8. Ansteuerverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
Bestimmen von Variationen von Widerstand und Induktivität der Induktionseinrichtung (8) aus vorgegebenen Daten für diese Parametervariation.

9. Ansteuerverfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
Vorgeben der Temperatur und Schaltspannung der Induktionseinrichtung **durch** die Temperatur der Umgebung bzw. **durch** einen Anwender.

10. Ansteuerschaltung (5) zur Durchführung des Ansteuerverfahrens der Schalteinrichtung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einem Ansteuereingang (11) zur Eingabe des Schaltsignals (7), einer Schaltstrombestimmungsschaltung (12) zur Bestimmung eines Schaltwertes des Schaltstroms (10), einer Zeitkonstantenschaltung (13) zur Bestimmung der Exponentialfunktion zur Wiedergabe der zeitlichen Abhängigkeit von Schaltstrom (10) und Schaltspannung (6) sowie einem Regler (14) zur Regelung der Schaltspannung (6) unter Berücksichtigung der Exponentialfunktion derart, dass der Schaltstrom (10) bei im wesentlichen Spannungsnulldurchgang der Netzspannung den zum Schalten des Kontaktes (9) ausreichend großen Schaltwert aufweist.

11. Ansteuerschaltung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Schaltsignal (7) ein digitales Signal insbesondere von einem Prozessor (15) ist.

12. Ansteuerschaltung nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schaltstrombestimmungsschaltung (12) einen Spannungsteiler (16) aufweist.

13. Ansteuerschaltung nach einem der vorangehenden

Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zeitkonstantenschaltung (13) eine CR-Schaltung (17) aufweist.

14. Ansteuerschaltung nach dem vorangehenden Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Spannungsteiler (16) Teil der CR-Schaltung (17) ist.

15. Ansteuerschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Regler (14) ein PI-Regler ist.

16. Ansteuerschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Induktionseinrichtung (8) der Schalteinrichtung (1) ein Transistor (18) mit einem Source-Widerstand (19) vorgeschaltet ist, wobei die am Source-Widerstand (19) anliegende Schaltspannung (6) gesteuert durch den Regler (14) der Spannung am C-Glied (21) der CR-Schaltung (17) folgt, wobei durch diese Schaltspannung (6) der Schaltstrom (10) bestimmt ist.

17. Ansteuerschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche 10 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Induktionseinrichtung (8) wenigstens eine Spule (20) aufweist.

Claims

1. Drive method for a switching device (1) comprising at least one relay (2), contactor or the like, which selectively connects at least one electric load (3) to a supply network (4), by which drive method an activating circuit (5) of the switching device (1) is fed with a switch signal (7) which triggers a switching voltage (6) and, in reaction to the switch signal (7), a contact (9) of the switching device (1), which contact is activated by an induction device (8), closes after a switching time has elapsed, wherein a switching current (10) flowing through the induction device (8) increases to at least a switching value in a time dependency on the switching voltage (6) applied to the induction device (8) in reaction to the switch signal (7), **characterised by** the following method steps:

i) presetting of a function dependent on at least one parameter influencing the switching time, which function reproduces the time dependency of the switching current (10) and the switching voltage (6), and
ii) application of the switching voltage (6) substantially to achieve the switching value of the switching current (10) in an accurately timed manner determined by the function, in order to close the contact (9) substantially when the supply voltage passes through zero.

2. Drive method according to claim 1,
characterised by
determination of variations, either preset or occurring during use of the switching device (1), of at least one parameter determining the time dependency of the switching current (10) and the switching voltage (6), such as the temperature of the induction device and/or the resistance of the induction device and/or the switching voltage and/or the inductance of the induction device and allowance for the parameter having variation in the function which reproduces the time dependency of the switching current (10) and the switching voltage (6).

3. Drive method according to claim 1,
characterised by
presetting of the time dependency of the switching current (10) and the switching voltage (6) via an exponential function.

4. Drive method according to any one of the preceding claims,
characterised in that
the switching time varies proportionally with the inductance of the induction device, the temperature of the induction device and the resistance of the induction device respectively.

5. Drive method according to any one of the preceding claims,
characterised in that
the switching time varies in inverse proportion to the switching voltage.

6. Drive method according to any one of the preceding claims,
characterised in that,
according to the dependency of the switching time on the corresponding parameters in the exponential function, a maximum or minimum value of the parameter is specified within its variations in the exponent of the exponential function.

7. Drive method according to any one of the preceding claims,
characterised in that
differences in switching time are less than +/- 2 ms and preferably less than +/- 1 ms relative to the passage of the supply voltage through zero.

8. Drive method according to any one of the preceding claims,
characterised by
determination of variations in resistance and inductance of the induction device (8) from preset data for these parameter variations.

9. Drive method according to any one of the preceding claims,
characterised by
presetting of the temperature and switching voltage of the induction device via the ambient temperature or by an operator.

10. Driving circuit (5) for carrying out the drive method of the switching device (1) according to any one of the preceding claims comprising an drive input (11) for inputting the switching signal (7), a switching current determination circuit (12) for determining a switching value of the switching current (10), a time constant circuit (13) for determining the exponential function for reproducing the time dependency of the switching current (10) and the switching voltage (6) and a controller (14) for regulating the switching voltage (6) in consideration of the exponential function in such a manner that the switching current (10) has the switching value sufficient to switch the contact (9) when the supply voltage substantially passes through zero.

11. Driving circuit according to claim 10,
characterised in that
the switching signal (7) is a digital signal, in particular from a processor (15).

12. Driving circuit according to either claim 10 or claim 11,
characterised in that
the switching current determination circuit (12) comprises a voltage divider (16)

13. Driving circuit according to any one of the preceding claims 10 to 12,
characterised in that
the time constant circuit (13) comprises a CR circuit (17)

14. Driving circuit according to the preceding claim 13,
characterised in that
the voltage divider (16) is part of the CR circuit (17).

15. Driving circuit according to any one of the preceding claims 10 to 14,
characterised in that
the controller (14) is a PI controller.

16. Driving circuit according to any one of the preceding claims 10 to 15,
characterised in that
a transistor (18) having a source resistor (19) is connected upstream of the induction device (8) of the switching device (1), the switching voltage (6) applied to the source resistor (19) and controlled by the controller (14) following the voltage on the C network (21) of the CR circuit (17), the switching current (10) being determined by this switching voltage (6).

17. Driving circuit according to any one of the preceding claims 10 to 16,
characterised in that
the induction device (8) comprises at least one coil (20).

Revendications

1. Procédé de commande pour un dispositif de commutation (1) avec au moins un relais (2), un contacteur-interrupteur ou similaire, qui connecte au choix au moins un appareil électrique (3) à un réseau d'alimentation (4), dans lequel procédé de commande un circuit de commande (5) du dispositif de commutation (1) délivre un signal de commutation (7) déclenchant une tension de commutation (6) et, en réaction au signal de commutation (7), après écoulement d'un temps de commutation, un contact (9) du dispositif de commutation (1) actionné par un dispositif d'induction (8) se ferme, dans lequel un courant de commutation (10) passant à travers le dispositif d'induction (8) augmente en dépendance temporelle avec la tension de commutation (6) appliquée au dispositif d'induction (8) en réaction au signal de commutation (7) jusqu'à au moins une valeur de commutation,
caractérisé par les étapes de procédé suivantes :

i) fixation d'une fonction dépendant d'au moins un paramètre influençant le temps de commutation, qui reproduit la dépendance temporelle du courant de commutation (10) et de la tension de commutation (6), et
ii) application de la tension de commutation (6) sensiblement pour l'obtention précise, déterminée par la fonction, de la valeur de commutation du courant de commutation (10) pour fermer le contact (9) sensiblement lorsque la tension du réseau passe par zéro.

2. Procédé de commande selon la revendication 1,
caractérisé par
la détermination de variations prédéfinies ou survenant lors de l'application du dispositif de commutation (1) d'au moins un paramètre déterminant la dépendance temporelle du courant de commutation (10) et de la tension de commutation (6), tel que la température du dispositif d'induction et/ou la résis-

tance du dispositif d'induction et/ou la tension de commutation et/ou l'inductance du dispositif d'induction, et la prise en compte du paramètre avec une variation de la fonction qui reproduit la dépendance temporelle du courant de commutation (10) et de la tension de commutation (6).

3. Procédé de commande selon la revendication 1, **caractérisé par** la fixation de la dépendance temporelle du courant de commutation (10) et de la tension de commutation (6) par une fonction exponentielle.

4. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le temps de commutation varie respectivement de manière proportionnelle à l'inductance du dispositif d'induction, à la température du dispositif d'induction et à la résistance du dispositif d'induction.

5. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le temps de commutation varie de manière inversement proportionnelle à la tension de commutation.

6. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, en fonction du temps de commutation du paramètre correspondant dans la fonction exponentielle, une valeur maximale ou minimale du paramètre est indiquée dans ses variations à l'exposant de la fonction exponentielle.

7. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des écarts de temps de commutation par rapport au passage par zéro de la tension de réseau sont inférieurs à +/- 2 ms et, de préférence, inférieurs à +/- 1 ms.

8. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** la détermination de variations de la résistance et de l'inductance du dispositif d'induction (8) à partir de données prédéfinies pour cette variation de paramètre.

9. Procédé de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** la fixation de la température et de la tension de commutation du dispositif d'induction par la température de l'environnement ou par un utilisateur.

10. Circuit de commande (5) pour mettre en oeuvre le procédé de commande du dispositif de commutation (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une entrée de commande (11) pour délivrer le signal de commutation (7), un circuit de détermination de courant de commutation (12) pour déterminer une valeur de commutation du courant de commutation (10), un circuit de constante de temps (13) pour déterminer la fonction exponentielle afin de reproduire la dépendance temporelle du courant de commutation (10) et de la tension de commutation (6), ainsi qu'un régulateur (14) pour réguler la tension de commutation (6), en tenant compte de la fonction exponentielle de sorte que le courant de commutation (10) présente la valeur de commutation suffisamment grande pour commuter le contact (9) lorsque la tension du réseau passe sensiblement par zéro.

11. Circuit de commande selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le signal de commutation (7) est un signal numérique, en particulier provenant d'un processeur (15).

12. Circuit de commande selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** le circuit de détermination de courant de commutation (12) présente un diviseur de tension (16).

13. Circuit de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes 10 à 12, **caractérisé en ce que** le circuit de constante de temps (13) présente un circuit CR (17).

14. Circuit de commande selon la revendication précédente 13, **caractérisé en ce que** le diviseur de tension (16) fait partie du circuit CR (17).

15. Circuit de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes 10 à 14, **caractérisé en ce que** le régulateur (14) est un régulateur de type PI.

16. Circuit de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes 10 à 15, **caractérisé en ce que** un transistor (18) ayant une résistance source (19) est connecté en amont du dispositif d'induction (8) du dispositif de commutation (1), dans lequel la tension de commutation (6) s'appliquant à la résistance source (19) suit, sous la commande du régulateur (14), la tension sur l'élément C (21) du circuit CR (17), le courant de commutation (10) étant déterminé par cette tension de commutation (6).

17. Circuit de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes 10 à 16,
caractérisé en ce que
le dispositif d'induction (8) présente au moins une bobine (20).

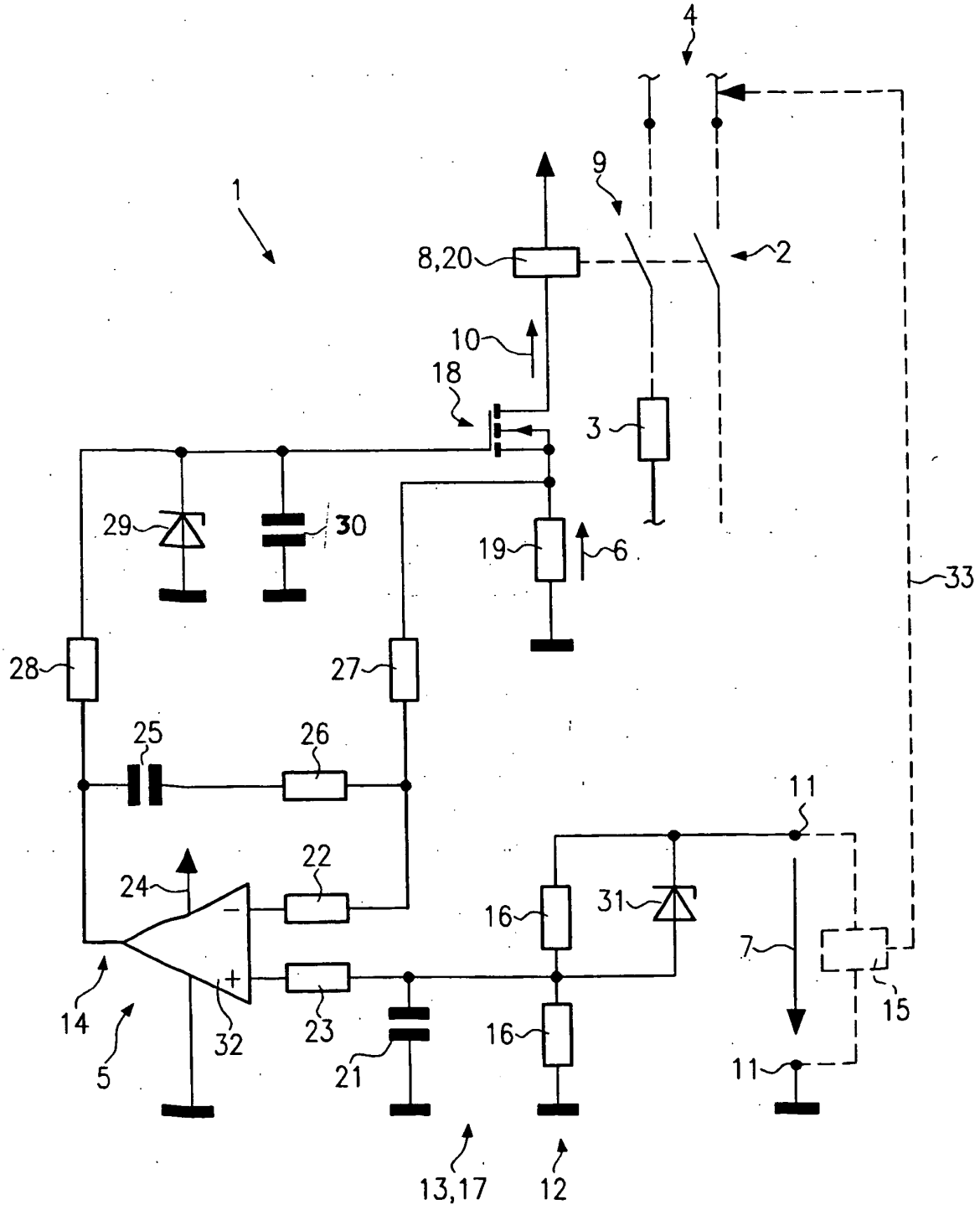

4
1
9
8,20
2
10
18
3
29
30
19
6
33
28
27
25
26
11
22
24
16
31
7
15
14
5
32
23
21
16
11
13,17
12

Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0997921 A1 **[0011]**