



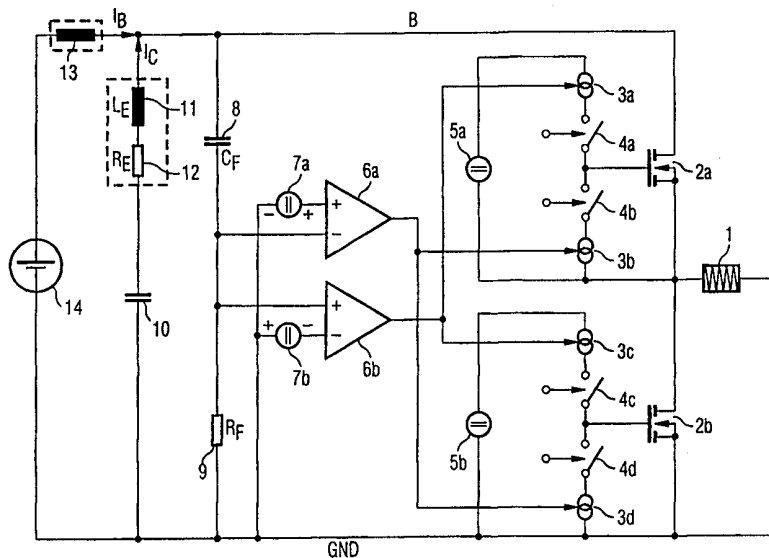
<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>H03K 17/16</b></p>	<p><b>A2</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/02312</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. Januar 2000 (13.01.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02010</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 1. Juli 1999 (01.07.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 29 837.4      3. Juli 1998 (03.07.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FELDTKELLER, Martin [DE/DE]; Quagliostrasse 14, D-81543 München (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>	

(54) Title: CIRCUIT FOR CONTROLLING A SWITCHING DEVICE FOR SWITCHING AN ELECTRIC CONSUMER

(54) Bezeichnung: SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM ANSTEUERN EINER SCHALTVORRICHTUNG ZUM SCHALTEN EINES ELEKTRISCHEN VERBRAUCHERS

(57) Abstract

The invention relates to a control device for switching an electric consumer, especially an inductive consumer such as a three-phase induction motor. The inventive device has a control circuit (2, 3, 4, 5) providing the consumer (1) with a switchable supply of voltage and/or electricity, a device (8, 9) for detecting induced voltages arising from time-based modifications of the switched current  $dI/dt$  and a feedback circuit (6, 7) for controlling the feedback from the control circuit (2, 3, 4, 5) on the basis of an induced voltage thus detected, whereby time-based modifications of the switched current  $dI/dt$  are limited to a specific maximum value. This enables the rate of current rise or fall to be limited to an adjustable value without affecting the rate of change  $dU/dt$  of the voltage that is applied to the consumer (1) during the switching process.



(57) Zusammenfassung

Eine Steuervorrichtung zum Schalten eines elektrischen Verbrauchers, insbesondere eines induktiven Verbrauchers, wie etwa eines Drehstrommotors, weist eine Ansteuerschaltung (2, 3, 4, 5) zur schaltbaren Spannungs- und/oder Stromversorgung des Verbrauchers (1), eine Einrichtung (8, 9) zur Erfassung von durch zeitliche Änderungen des Schaltstroms  $dI/dt$  hervorgerufenen Induktionsspannungen, und eine Rückkopplerschaltung (6, 7) zur Rückkoppelsteuerung der Ansteuerschaltung (2, 3, 4, 5) in Abhängigkeit einer durch die Erfassungseinrichtung (8, 9) erfaßten Induktionsspannung derart, daß die zeitliche Änderung des Schaltstroms  $dI/dt$  auf einen festgelegten Maximalwert begrenzt ist, auf. Dadurch kann die Stromanstiegsrate oder Stromabfallsrate des Schaltstroms auf einen einstellbaren Wert begrenzt werden, ohne die Flankensteilheit  $dU/dt$  der bei einem Schaltvorgang an dem Verbraucher (1) anliegenden Spannung zu beeinflussen.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

Schaltungsanordnung zum Ansteuern einer Schaltvorrichtung zum Schalten eines elektrischen Verbrauchers

5

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Schalten eines elektrischen Verbrauchers, insbesondere eines induktiven Verbrauchers. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Steuervorrichtung zum Schalten von Elektromotoren höherer

10 Leistungen, insbesondere mehrphasiger Antriebe wie Drehstrommotoren, beispielsweise zur Verwendung im Automobilbau.

Derartige Antriebe werden bei einer üblichen Versorgungsspannung von 12 Volt oder 14 Volt mit einer hohen Frequenz von  
15 beispielsweise 20 kHz bei Strömen von 100 Ampere oder mehr getaktet. Unter diesen Bedingungen dominieren Schaltverluste die Gesamtverluste der Hochleistungs-Halbleiter-Schalt-elemente der Steuervorrichtung. Diese Schaltverluste hängen von der Dauer des Schaltvorganges ab. Daher muß ein Schalt-  
20 vorgang so schnell wie möglich ablaufen. Dabei soll und darf die Spannungs-Flankensteilheit  $dU/dt$  der Schaltflanken relativ hoch sein, weil die kapazitive Abstrahlung der Zuleitungen zu der Steuerelektronik zum elektrischen Verbraucher eine untergeordnete Rolle spielt. Andererseits beeinflussen Streu-  
25 induktivitäten die Schaltvorgänge derart, daß eine möglichst genaue Begrenzung der Stromanstiegsrate bzw. Stromabfallrate  $dI/dt$  des Schaltstroms unbedingt erforderlich ist.

Aus der deutschen Patentanmeldung DE 4 330 996 A1 ist eine  
30 Steuereinrichtung für einen elektrischen, insbesondere einen induktiven Verbraucher bekannt, bei der Kondensatoren parallel zwischen dem Gate- und dem Source-Anschluß der Leistungs-MOS-Transistoren geschaltet sind, um die zeitliche Stromänderung  $dI/dt$  und die zeitliche Spannungsänderung  $dU/dt$  weitgehend  
35 unabhängig voneinander einstellen zu können. Eine derar-

- tige Steuervorrichtung ist schematisch in dem Schaltbild von Fig. 2 dargestellt. Der Verbraucher 101 wird durch die Feldeffekttransistoren 102a, 102b angesteuert, deren Gate-Anschlüsse über Widerstände 104a, 104b mit Treiberschaltungen 105a, 105b verbunden sind. Die Feldeffekttransistoren 102a, 102b sind seriell miteinander verschalten und bilden eine Halbbrücke, mit deren Mittelabgriff der Verbraucher 101 verbunden ist. Zwischen Gate-Kontakt und Source-Kontakt der Transistoren 102a, 102b sind jeweils Kondensatoren 103a, 103b verbunden. Bei dieser bekannten Steuervorrichtung tritt das Problem auf, daß die Zeit bis zum Erreichen des minimalen Einschaltwiderstandes sich ebenfalls erheblich verlängert und daß wesentlich größere Treiberleistungen erforderlich sind. Die bekannte Vorrichtung ist daher vorzugsweise für Lastströme unterhalb 10 Ampere einsetzbar. Ein weiteres Problem liegt darin, daß Schaltungsanordnungen, die zu Gate-Source-Abschnitten von Leistungstransistoren parallel geschaltete Kondensatoren enthalten, zu Schwingungen neigen.
- 20 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zum Ansteuern einer Schaltvorrichtung zum Schalten eines elektrischen Verbrauchers vorzuschlagen, bei der die Schaltverluste minimiert werden können und die zeitliche Änderung des Schaltstroms  $dI/dt$  auf einen Maximalwert eingestellt werden kann. Die Vorrichtung soll auch für sehr große Ströme in der Größenordnung von 100 Ampere oder mehr einsetzbar sein und einen einfachen Aufbau aufweisen.
- 30 Gelöst wird die Aufgabe durch die in Anspruch 1 definierte Steuervorrichtung sowie das in Anspruch 13 definierte Verfahren. Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung weist eine Spannungsquelle mit einem hohen und einen niederen Versorgungspotential auf, wobei die Schaltvorrichtung über eine Zuleitung mit dem hohen Versorgungspotential verbunden ist. Ferner ist

5 eine Treiberschaltung zur Ansteuerung der Schaltvorrichtung vorgesehen. Sie beinhaltet eine Einrichtung zum Erfassen der Amplitude von an der Zuleitung auftretenden Spannungsspitzen. Die Schaltungsanordnung weist weiterhin eine Rückkoppelschaltung zur Rückkoppelsteuerung der Treiberschaltung in Abhängigkeit von der durch die Erfassungseinrichtung erfaßten Induktionsspannung auf, wobei die zeitliche Änderung des Schaltstromes  $dI/dt$  auf einen festgelegten Maximalwert begrenzt ist.

10

15 Schnelle Schaltvorgänge verursachen an allen Induktivitäten in Serie mit dem Leistungsschalter Spannungsspitzen. Diese werden durch die Erfassungseinrichtung erfaßt und die Schaltstromänderung entsprechend nachgeregelt. Die Schaltung paßt sich damit automatisch an ihre Umgebung, beispielsweise an

20 aufbaubedingte Streuinduktivitäten an. Außerdem wird die Flankensteilheit  $dU/dt$  der Versorgungsspannung des Verbrauchers nicht beeinflußt. Des Weiteren benötigt die erfindungsgemäße Steuerschaltung weniger externe Schaltelemente als die eingangs erwähnte bekannte Steuervorrichtung.

25

Vorzugsweise weist die Schaltvorrichtung zwei zu einer Halbbrücke verschaltete Feldeffekttransistoren auf, deren Gate-Kontakte jeweils mit dem Ausgang einer Treiberschaltung verbunden sind. Die Rückkoppelschaltung steuert diese Treiberschaltungen vorzugsweise so an, daß eine von der Erfassungseinrichtung erfaßte betragsmäßig kleine Spannung einen großen

30 Gate-Strom der Feldeffekttransistoren und damit eine große Schaltstromänderung  $dI/dt$  hervorruft und eine von der Erfassungseinrichtung erfaßte betragsmäßig große Spannung einen

35 kleinen Gate-Strom der Feldeffekttransistoren und damit eine

kleine Schaltstromänderung  $dI/dt$  hervorruft. Die Stromsteuerung über die Treiberschaltungen beeinflusst so die Flankensteilheit  $dU/dt$  der Spannungen an den Feldeffekttransistoren nicht.

5

Vorzugsweise weist die Schaltungsanordnung einen parallel zur Spannungsquelle des Verbrauchers geschalteten Abblockkondensator auf. Die Erfassungseinrichtung weist vorzugsweise eine parallel zu dieser Spannungsquelle geschaltete Reihenschaltung eines Kondensators mit einem Ohm'schen Widerstand auf. Der Kondensator ist dabei mit einem Anschluß mit dem hohen Versorgungspotential verbunden. Für eine bestmögliche Funktion der Schaltung entspricht die kapazitive Zeitkonstante  $C_F \cdot R_F$  der Erfassungseinrichtung ungefähr der induktiven Zeitkonstante  $L_E/R_E$  der Zuleitungen des Abblockkondensators.

10

15

Die Erfassungseinrichtung kann als Steuergröße die Amplitude von an der Zuleitung des Abblockkondensators oder an den Versorgungsklemmen der Spannungsquelle auftretende Spannungsspitzen erfassen und als Steuergröße der Rückkoppelschaltung zuführen. Die Schaltung paßt sich somit automatisch an ihre Umgebung an, insbesondere an die Serieninduktivität des Abblockkondensators.

20

25

Für mehrere Treiberschaltungen und Feldeffekttransistoren kann eine gemeinsame Erfassungseinrichtung und eine gemeinsame Rückkoppelschaltung vorgesehen sein, da gleichzeitig schaltende Transistoren auch gemeinsam für eine Spannungsspitze verantwortlich sind und nicht schaltende Transistoren durch den Eingriff der Rückkoppelschaltung nicht beeinflusst werden.

30

Vorzugsweise ist die maximale zeitliche Schaltstromänderung  $dI/dt$  auf einem noch tolerierbaren Wert einstellbar.

35

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert, in der

5 Fig. 1 ein Schaltbild eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist; und

Fig. 2 ein Schaltbild einer bekannten Schaltungsanordnung zum Schalten eines elektrischen Verbrauchers ist.

10

Fig. 1 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Schalten eines elektrischen Verbrauchers. Eine Spannungsquelle 14 wie etwa eine Kraftfahrzeugbatterie liefert eine Gleichspannung von beispielsweise ungefähr 14 Volt. Mit 13 ist eine Zuleitungsinduktivität der Zuleitung von der Stromquelle 14 zu den Leistungs-Schaltelementen 2a, 2b bezeichnet. Letztere sind vorzugsweise als Leistungs-MOS-Transistoren ausgebildet. Am Drain-Kontakt des Schaltelements 2a liegt die Klemmenspannung B und am Source-Anschluß des Schaltelements 2b Masse GND an. Die Schaltelemente 2a, 2b bilden zusammen eine Halbbrücke, die mit dem Verbraucher 1 in bekannter Weise verschalten ist. Die Leistungs-Transistoren 2a, 2b werden über mit den Gate-Anschlüssen verbundene Treiberschaltungen angesteuert, die Spannungsquellen 5a, 5b, gesteuerte Stromquellen 3a, 3b bzw. 3c, 3d und Schaltelemente 4a, 4b bzw. 4c, 4d aufweisen, die wiederum mittels geeigneter Steuersignale angesteuert werden.

Schnelle Schaltvorgänge verursachen an allen Induktivitäten in Serie mit dem Leistungsschalter Spannungsspitzen. Die Zuleitungsinduktivität 13 von der Spannungsquelle 14 zu den Leistungs-Schaltelementen 2a, 2b beträgt ungefähr  $5\mu\text{H}$ . Über sie kann nur der mittlere Gleichstromanteil  $I_B$  des Versorgungsstromes fließen. Wechselstromanteile müssen durch Abblockkondensatoren aufgefangen werden. In dem in Fig. 1 dar-

30  
35

gestellten Ausführungsbeispiel ist exemplarisch ein Abblockkondensator 10 dargestellt, der einschließlich Zuleitung konstruktionsbedingt eine Ersatz-Induktivität  $L_E$  (11) und einen Ohm'schen Ersatz-Widerstand  $R_E$  (12) aufweist. Die Induktivität  $L_E$  liegt dabei in der Größenordnung von 5 nH bis 50 nH, durch die an den Versorgungsklemmen bei Schaltvorgängen weiterhin Spannungsspitzen entstehen können. Damit diese nicht beliebig hoch werden, ist eine Begrenzung der zeitlichen Stromänderung  $dI/dt$  erforderlich. Auf den Abblockkondensator kann auch verzichtet werden, wenn die Zuleitung zwischen der Spannungsquelle 14 und der Schaltungsvorrichtung kurz ist. In diesem Fall übernimmt die Spannungsquelle die Funktion des Abblockkondensators.

15 Eine Erfassungsschaltung aufweisend einen Kondensator 8 mit Kapazität  $C_F$  und einen Ohm'schen Widerstand  $R_F$ , die in Serie zwischen den Versorgungsklemmen der Spannungsquelle geschaltet sind, erfaßt über die Wechselstrom-Ankopplung mittels des Kondensators 8 an die Versorgungsspannung B durch Schaltvorgänge induzierte Spannungsspitzen. Eine Spannungsänderung an der parasitären Serieninduktivität 11 des Abblockkondensators 10 oder am Ersatz-Serienwiderstand 12 führt damit auch zu einer Spannungsänderung am Ausgang der Erfassungsschaltung, die als Steuergröße der Rückkoppelschaltung 6, 7 zugeführt wird.

25 Das Vorsehen des Widerstandes  $R_F$  ermöglicht es, der Rückkoppelschaltung 6, 7 den Absolutwert der durch Induktion hervorgerufenen Spannungsänderung zuzuführen. Die Rückkoppelschaltung wird durch Differenzenverstärker 6a, 6b gebildet, deren Ausgänge mit jeweils einer gesteuerten Stromquelle 3a bis 3d der Treiberschaltung für die Leistungstransistoren 2a, 2b verbunden sind. Der nicht-invertierende Eingang des ersten Differenzenverstärkers 6a ist mit dem positiven Anschluß einer Spannungsquelle 7a und der invertierende Eingang des Differenzenverstärkers 6b mit dem negativen Anschluß der Spannungsquelle 7b verbunden. Der invertierende Anschluß des er-

30

35

sten Differenzenverstärkers 6a und der nicht-invertierende Anschluß des zweiten Differenzenverstärkers 6b sind mit dem Ausgang der Erfassungsschaltung, d.h. dem Verbindungspunkt des Kondensators 8 mit dem Widerstand 9 verbunden.

5

Die Funktionsweise der in Fig. 1 dargestellten erfindungsgemäßen Steuervorrichtung wird im folgenden kurz erläutert.

10

Die Erfassungseinrichtung 8, 9 erfaßt über die kapazitive Ankopplung mittels Kondensator 8 an der Induktivität 13 oder der Induktivität 11 auftretende Induktionsspannungen, die von schnellen Stromänderungen des Schaltstroms hervorgerufen werden. Die Erfassungseinrichtung 8, 9 erfaßt somit direkt die zu begrenzende Störgröße, nämlich durch den Schaltvorgang erzeugte unerwünschte Spannungsspitzen. Die Schaltung paßt sich damit automatisch an ihre Umgebung an, insbesondere an die Serieninduktivität des Abblockkondensators 10 oder an aufbaubedingte Streuinduktivitäten. Die so erfaßte Steuergröße wird über die Rückkoppelschaltung 6, 7 den Treibern 3, 4, 5 zugeführt, die die Leistungstransistoren 2a, 2b so steuern, daß eine von der Erfassungseinrichtung erfaßte betragsmäßig kleine Spannung einen großen Gate-Strom der Feldeffekttransistoren und damit eine große Source-Drain-Stromänderung  $dI/dt$  hervorruft und umgekehrt eine von der Erfassungseinrichtung erfaßte betragsmäßig große Spannung einen kleinen Gate-Strom und damit eine kleine Änderung des Drain-Source-Stromes  $dI/dt$  an den Leistungstransistoren hervorruft. Werden also zu hohe induktive Spannungsspitzen erfaßt, wird die Stromzufuhr zu den Gates der Leistungstransistoren gedrosselt, wodurch sich die Stromsteilheit der Leistungstransistoren unabhängig von der Spannungssteilheit verringert.

15

20

25

30

Für eine bestmögliche Funktion der erfindungsgemäßen Schaltung sollte die kapazitive Zeitkonstante  $T_F = C_F \cdot R_F$  der Er-

fassungseinrichtung 8, 9 etwa gleich der induktiven Zeitkonstante  $T_E = L_E/R_E$  des Abblockkondensators 10 sein.

5 Wird die erfindungsgemäße Steuervorrichtung für einen mehrphasigen Halbbrückentreiber verwendet, so genügt eine Erfassungseinrichtung und eine Rückkoppelschaltung für alle Halbbrücken gemeinsam, sofern sie einen gemeinsamen Abblockkondensator besitzen oder mehrere Abblockkondensatoren gemeinsam benutzen.

10

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Schalten eines elektrischen Verbrauchers und das erfindungsgemäße Verfahren zur Begrenzung der zeitlichen Änderung des Stromes eines Verbrauchers ermöglicht so eine verlustarme, hochfrequente Leistungs-Ansteuerung eines Verbrauchers wie eines Drehstrommotors, wobei die auftretenden Stromänderungen  $dI/dt$  und dadurch verursachten Induktionsspannungsspitzen auf einen festgelegten Maximalwert begrenzt werden können.

20

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Ansteuern einer Schaltvorrichtung zum Schalten eines elektrischen Verbrauchers, mit:
  - 5 - eine Spannungsquelle (14) mit einem hohen und einem niederen Versorgungspotential (B, GND), wobei die Schaltvorrichtung über eine Zuleitung mit dem hohen Versorgungspotential verbunden ist
  - 10 - einer Treiberschaltung (3, 4, 5) zum Ansteuern der Schaltvorrichtung (2a, 2b)
  - eine Einrichtung (8, 9) zum Erfassen der Amplitude von an der Zuleitung auftretenden Spannungsspitzen
  - eine Rückkoppelschaltung (6, 7) zur Rückkoppelsteuerung der Treiberschaltung (3, 4, 5) in Abhängigkeit von der durch die Erfassungseinrichtung (8, 9) erfaßten Induktionsspannung, wobei die zeitliche Änderung des Schaltstromes  $dI/dt$  auf einen festgelegten Maximalwert begrenzt ist.
  - 15
- 20 2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Schaltungsvorrichtung (2a, 2b) zwei in Form einer Halbbrücke verschaltene Feldeffekttransistoren (2a, 2b) aufweist, deren Gate-Kontakte jeweils mit dem Ausgang einer Treiberschaltung (3, 4, 5) verbunden sind.
  - 25
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Drain-Anschluß eines ersten Feldeffekttransistors (2a) mit dem hohen Versorgungspotential (B) und der Source-Anschluß eines zweiten Feldeffekttransistors (2b) mit einem Bezugspotential (GND) verbunden ist.
  - 30
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
  - 35

daß die Rückkoppelschaltung (6, 7) die Treiberschaltung (3, 4, 5) so ansteuert, daß eine von der Erfassungseinrichtung (8, 9) erfaßte betragsmäßig kleine Spannung einen großen Gate-Strom der Feldeffekttransistoren (2a, 2b) und damit  
5 eine große Schaltstromänderung  $dI/dt$  hervorruft und umgekehrt eine von der Erfassungseinrichtung (8, 9) erfaßte betragsmäßig große Spannung einen kleinen Gate-Strom der Feldeffekttransistoren (2a, 2b) und damit eine kleine Schaltstromänderung  $dI/dt$  hervorruft.

10

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Erfassungseinrichtung (8, 9) eine parallel zur Spannungsquelle (14) des Verbrauchers (1) geschaltete Reihenschaltung eines Kondensators (8) mit einem Ohm'schen Widerstand (9) aufweist.

15

6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch einen parallel zur Spannungsquelle (14) geschalteten Abblockkondensator (10).

20

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5 und Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,  
daß die kapazitive Zeitkonstante  $T_F = C_F \cdot R_F$  der Erfassungseinrichtung (8, 9) näherungsweise gleich der induktiven Zeitkonstante  $T_E = L_E/R_E$  des Abblockkondensators (10) ist, wobei

25

$C_F$  = die Kapazität des Kondensators (8) der Erfassungseinrichtung (8, 9),

30

$R_F$  = der Widerstand des Ohm'schen Widerstandes (9) der Erfassungseinrichtung (8, 9),

$L_E$  = die Induktivität, und

$R_E$  = der Ohm'sche Widerstand der Zuleitung zum Abblockkondensator (10) ist.

35

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Kondensator (8) mit dem hohen Versorgungspotential  
(B) verbunden ist.
- 5
9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Erfassungseinrichtung (8, 9) die Amplitude von an  
den Versorgungsklemmen der Spannungsquelle (14) des Ver-  
brauchers (1) auftretenden Spannungsspitzen erfaßt und der  
10 Rückkoppelschaltung (6, 7) als Steuergröße zuführt.
10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 daß für mehrere Treiberschaltungen (3, 4, 5) und Feldef-  
fekttransistoren (2a, 2b) eine gemeinsame Rückkoppelschal-  
tung (6, 7) und Erfassungsschaltung (8,9) vorgesehen ist.
- 20 11. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die maximale zeitliche Stromänderung  $dI/dt$  des Verbrau-  
chers (1) einstellbar ist.
- 25 12. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Steuervorrichtung zum Schalten eines induktiven  
Verbrauchers (1) insbesondere eines Drehstrommotors ausge-  
bildet ist.
- 30
13. Verfahren zur Begrenzung der zeitlichen Änderungen  $dI/dt$   
des Schaltstromes eines Verbrauchers, aufweisend die  
Schritte:  
- Erfassung des Betrags einer durch die Stromänderung  $dI/dt$   
35 hervorgerufenen Induktionsspannung an einer Zuleitung zwi-

schen hohem Versorgungspotential (B) und einer Schaltvorrichtung,

- 5 - Regelung der Spannungs- und/oder Stromversorgung des elektrischen Verbrauchers in Abhängigkeit von einer erfaßten Induktionsspannung derart, daß die zeitliche Stromänderung  $dI/dt$  auf einen festgelegten Maximalwert begrenzt ist.

