

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Juni 2009 (25.06.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/077221 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H02P 23/06 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/063821
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. Oktober 2008 (15.10.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102007060242.3
14. Dezember 2007 (14.12.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WALTER, Roland** [DE/DE]; Blauenstr. 1, 75233 Tiefenbronn (DE).
WISZNIEWSKI, Jacek [DE/DE]; Uhinger Str. 21,
- 73095 Albershausen (DE). **MEYER, Michael** [DE/DE]; Irisweg 8, 70374 Stuttgart (DE). **DENGLER, Klaus** [DE/DE]; Friedhofstrasse 7, 70806 Kornwestheim (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OPERATING AN ELECTRIC DRIVE WITH THE AID OF A PHASE ANGLE CONTROL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES ELEKTRISCHEN ANTRIEBS MIT HILFE EINER PHASENANSCHNITTSSTEUERUNG

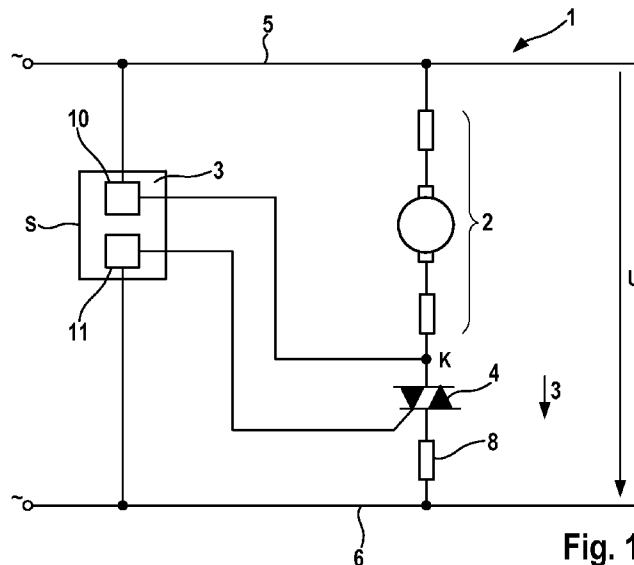


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an electric motor (2) having a phase angle control with the following steps: Applying an AC voltage to a series connection of the electric motor (2) and a switching element (4), particularly a triac, wherein the switching element (4) connects through by applying an ignition signal and suppresses the flow of a current if the amount of current falls below a holding current; determining the time of a zero crossing of a virtual motor current that would flow if the switching element (4) were connected through; and turning on the switching element (4) at an activation time that is dependant on the time of the zero crossing of the virtual motor current.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/077221 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Elektromotors (2) mit einem Phasenanschnitt mit folgenden Schritten: Anlegen einer Wechselspannung an eine Reihenschaltung des Elektromotors (2) und einem Schaltelement (4), insbesondere einem Triac, wobei das Schaltelement (4) durch Anlegen eines Zündsignals durchschaltet und das Fließen eines Stromes unterbindet, wenn der Betrag des Stromes einen Haltestrom unterschreitet; Bestimmen eines Zeitpunkts eines Nulldurchgangs eines virtuellen Motorstroms, der fließen würde, wenn das Schaltelement (4) durchgeschaltet wäre; Einschalten des Schaltelements (4) zu einem Einschaltzeitpunkt, der von dem Zeitpunkt des Nulldurchgangs des virtuellen Motorstroms abhängig ist.

5 Beschreibung

Titel

10 Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines elektrischen Antriebs mithilfe ei-
ner Phasenanschnittssteuerung

Technisches Gebiet

15 Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Ansteuerungen für elektrische
Maschinen mithilfe des so genannten Phasenanschnitts.

Stand der Technik

20 Bei bisherigen elektrischen Antrieben, wie z.B. bei Elektromotoren mit Kommutator
besteht prinzipbedingt eine Phasenverschiebung zwischen angelegter Spannung
und Motorstrom. Diese Phasenverschiebung ist in der Regel lastabhängig. Die
Leistung derartiger Elektromotoren kann in der Regel stufenlos mithilfe einer so
genannten Phasenanschnittssteuerung eingestellt werden. Die Phasenanschnitts-
steuerung ist ein Verfahren zur Leistungsregelung einer elektrischen Maschine,
25 die mit Wechselspannung betrieben wird. Bei der Phasenanschnittssteuerung wird
der Motorstrom verzögert nach dem Nulldurchgang der Versorgungswechsel-
spannung eingeschaltet und bleibt bis zum nächsten Nulldurchgang eingeschaltet.

30 Eine Phasenanschnittssteuerung kann mithilfe eines Triacs durchgeführt werden.
Der Triac leitet elektrischen Strom erst ab einem Zündimpuls und nach der Zün-
dung des Triacs so lange, bis ein minimaler Strom, der so genannte Haltestrom,
unterschritten wird. Ein Zünden des Triacs zu einem Zeitpunkt, zu dem durch die

Phasenverschiebung bestimmter Motorstrom unterhalb des Haltestroms liegt, führt zu einem Nichtzünden des Triac. In diesem Fall wird der Elektromotor während der aktuellen Halbwelle nicht angesteuert. Das gleiche geschieht, wenn in den noch leitenden Triac gezündet wird. Dies führt zu Störungen beim Betrieb des E-
5 lektromotors, wie z.B. einer hohen Geräuschentwicklung, erhöhte EMV-
Abstrahlung, Leistungsverlust und dergleichen.

Um sicherzustellen, dass das Zünden des Triacs immer in einem Bereich erfolgt, zu dem ein Motorstrom erwartet werden kann, der über dem Haltestrom liegt, wird
10 in der Regel der Triac erst nach einer definierten Mindestzeit nach dem Nulldurchgang der angelegten Spannung gezündet. Die definierte Mindestzeit wird so festgelegt, dass sichergestellt ist, dass das Zünden des Triacs bei einem ausreichend hohen Strom erfolgt. Da die Phasenverschiebung zwischen der angelegten Spannung und dem Motorstrom von der Last abhängig ist, bestimmt sich diese definier-
15 te Mindestzeit aus der Phasenverschiebung, die der größten in dem Gesamtsystem auftretenden Phasenverschiebung entspricht, und einer zusätzlichen Sicherheitszeit, die mögliche Bauteilschwankungen des Triacs, z.B. Schaltzeiten, berücksichtigen soll. In einem Betriebszustand, bei dem die Phasenverschiebung zwischen angelegter Spannung und Motorstrom geringer ist als die maximale
20 Phasenverschiebung ergibt sich somit ein größerer Zeitraum, an dem eine Zündung des Triacs verhindert wird.

Dies führt unter anderem zu einer erhöhten Erzeugung von Oberwellen, die aufgrund einer erhöhten Lichtbogenbildung zu verringerten Kohlestandzeiten an den
25 Bürsten des Kommutators führen und die die Störabstrahlung des Elektromotors erhöhen. Zusätzlich tritt eine weitere Erwärmung des Motors durch erhöhte Verlustleistung auf.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Steuervorrichtung zum Betreiben eines Elektromotors mit einer Phasenanschnittsteuerung zur
30 Verfügung zu stellen, bei dem diese Nachteile vermieden werden.

Offenbarung der Erfindung

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zum Betreiben eines Elektromotors gemäß Anspruch 1 sowie durch die Steuervorrichtung für einen Elektromotor gemäß dem nebengeordneten Anspruch gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

- 10 Gemäß einem ersten Aspekt ist ein Verfahren zum Betreiben eines Elektromotors mit einem Phasenanschnitt vorgesehen. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:
- Anlegen einer Wechselspannung an eine Reihenschaltung des Elektromotors und einem Schaltelement, insbesondere einem Triac, wobei das Schaltelement durch Anlegen eines Zündsignals durchschaltet, d.h. elektrisch leitend wird, und das Fließen eines Stromes unterbindet, d.h. hochohmig wird, wenn der Betrag des Stromes einen Haltestrom unterschreitet;
 - Bestimmen eines Zeitpunkts eines virtuellen Nulldurchgangs eines Motorstroms, der fließen würde, wenn das Schaltelement durchgeschaltet wäre; und
 - 20 - Einschalten des Schaltelements zu einem Einschaltzeitpunkt, der von dem Zeitpunkt des virtuellen Nulldurchgangs des Motorstroms abhängig ist.

Eine Idee des obigen Verfahrens besteht darin, keine festgelegte definierte Mindestzeit vorzugeben, bevor nach einem Nulldurchgang der angelegten Spannung an einem Elektromotor das Zünden des Triacs erfolgen darf. Abhängig von dem ermittelten Zeitpunkt des Nulldurchgangs kann entsprechend dem Betriebszustand des Motorsystems der früheste Zeitpunkt ermittelt werden, ab dem ein Zünden des Schaltelements wieder zugelassen werden kann. Der virtuelle Nulldurchgang des Motorstroms entspricht dem Zeitpunkt des Nulldurchgangs eines Motorstroms bei permanent durchgeschaltetem (leitendem) Schaltelement.

Weiterhin kann das Schaltelement zu einem Zeitpunkt eingeschaltet werden, der von einer bereitgestellten Stellgröße abhängig ist, die die gewünschte Leistung des Elektromotors angibt. Auf diese Weise kann der Elektromotor nahezu stufenlos angesteuert werden.

5

Das Bestimmen des Zeitpunkts des virtuellen Nulldurchgangs eines Motorstroms kann abhängig von dem Zeitpunkt des Abschaltens des Schaltelements durchgeführt werden. Insbesondere kann der Zeitpunkt des Abschaltens des Schaltelements als der Zeitpunkt bestimmt werden, zu dem ein Spannungssprung der über dem Schaltelement anliegenden Spannung auftritt. Dies stellt eine besonders einfache Detektion des Zeitpunkts des Nulldurchgangs, bei der keine weitere Strommessung erforderlich ist.

Gemäß einer Ausführungsform können die Zeitpunkte des Auftretens des Spannungssprungs der über dem Schaltelement anliegenden Spannung als die Zeitpunkte des Auftretens des Spannungssprungs bestimmt werden, zu dem das Schaltelement nicht eingeschaltet wird.

Weiterhin kann der Einschaltzeitpunkt durch Aufaddieren einer Zeitdauer zu dem Zeitpunkt des Nulldurchgangs bestimmt werden, wobei die Zeitdauer festgelegt ist oder beispielsweise abhängig von der Frequenz der angelegten Wechselspannung und/oder dem Haltestrom des Schaltelements gewählt wird. Dadurch kann der früheste Einschaltzeitpunkt in einfacher Weise festgelegt werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt ist eine Motorsteuereinheit zum Betreiben eines Elektromotors mit einem Phasenanschnitt vorgesehen, wobei an eine Reihenschaltung des Elektromotors und einem Schaltelement, insbesondere einem Triac, eine Wechselspannung angelegt wird, wobei das Schaltelement durch Anlegen eines Zündsignals durchschaltet und das Fließen eines Stromes unterbindet, wenn der Betrag des Stromes einen Haltestrom unterschreitet. Die Motorsteuereinheit umfasst eine Detektionseinheit zum Bestimmen eines Zeitpunkts eines virtuellen Nulldurchgangs eines Motorstroms, der fließen würde, wenn das Schalt-

element durchgeschaltet wäre, und eine Steuereinrichtung zum Einschalten des Schaltelement zu einem Zeitpunkt, der von dem Zeitpunkt des virtuellen Nulldurchgangs des Motorstroms abhängig ist.

- 5 Gemäß einem weiteren Aspekt ist ein Motorsystem mit der obigen Motorsteuereinheit, einem Elektromotor und einem Schaltelement vorgesehen, wobei der Elektromotor und das Schaltelement miteinander in Reihe geschaltet sind.

10 Gemäß einem weiteren Aspekt ist ein Computerprogramm vorgesehen, das einen Programmcode enthält, der, wenn er auf einer Datenverarbeitungseinheit ausgeführt wird, das obige Verfahren ausführt.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

- 15 Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Motorsystems mit einem Elektromotor, einem Triac und einer Steuereinheit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
20 und

Fig. 2 ein Signal-Zeit-Diagramm zur Veranschaulichung des Verfahrens zum Bestimmen des frühesten Zündzeitpunkts bei dem Motorsystem der Fig. 1.

Beschreibung der Ausführungsformen

25

In Fig. 1 ist ein Motorsystem 1 mit einer elektrischen Maschine 2, einer Steuereinheit 3 und einem Schaltelement 4 dargestellt. Die elektrische Maschine 2 ist in Form eines Elektromotors mit Kommutator vorgesehen. Der Elektromotor 2 soll mit variabler Leistung angesteuert werden. Dazu ist der Elektromotor 2 in Serie mit dem Schaltelement 4 und einem (optionalen) Strombegrenzungswiderstand 8 zwischen einer ersten und einer zweiten Wechselspannungsleitungen 5, 6 geschaltet.
30

Das Schaltelement 4 ist vorzugsweise als Triac 4 ausgebildet, der nichtleitende und leitende Zustände einnehmen kann. Der Triac 4 wird leitend, wenn an seinem Steueranschluss ein Spannungsimpuls angelegt wird und der Betrag des durch ihn fließenden Stromes einen bestimmten Grenzwert übersteigt. Der Betrag des kleinsten Stromes durch den Triac 4, bei dem ein Zünden erfolgen kann, wird Haltestrom genannt. Je nach Stromrichtung weist ein derartiger Triac 4 einen positiven Haltestrom für eine positive Stromrichtung und einen negativen Haltestrom für eine negative Stromrichtung auf, die verschieden sein können.

- 10 Der Triac 4 wird von der Steuereinheit 3 angesteuert, um eine Phasenanschnittsteuerung zu realisieren. Die Phasenanschnittsteuerung bewirkt, dass der Motorstrom nur während eines vorbestimmten Zeitanteils während einer Halbwelle des Motorstroms ohne Phasenanschnitt fließen kann. Der vorbestimmte Zeitanteil wird durch eine Stellgröße S, die der Steuereinheit 3 bereitgestellt wird, bestimmt.
- 15 Die Stellgröße S bestimmt die Leistung, mit der der Elektromotor 2 angesteuert werden soll.

Die Ansteuerung des Triacs 4 erfolgt idealerweise eine von der Stellgröße S abhängigen Zeitdauer nach dem Nulldurchgang des Motorstroms, so dass der Motorstrom nur ab einem Zündzeitpunkt (vorbestimmte Zeit nach Nulldurchgang des Motorstroms) bis zum erneuten Erreichen (annähernd) des Nulldurchgangs des Motorstroms leitend bleibt. Dadurch wird die dem Elektromotor 2 bereitgestellte Leistung auf einen Anteil der (ohne Phasenanschnitt möglichen) Maximalleistung reduziert.

25 Eine Schwierigkeit besteht darin, den Zeitpunkt des Nulldurchgangs des Motorstroms genau zu bestimmen, da der Verlauf des Motorstroms in der Regel nicht erfasst wird. Auch kann bei einem Phasenanschnitt in jeder Halbwelle die zeitliche Position des Nulldurchgangs nicht unmittelbar bestimmt werden.

30 Der Steuereinheit 3 wird die dem Elektromotor angelegte Wechselspannung U_w bereitgestellt. Aufgrund der lastabhängigen, variablen Phasenverschiebung zwi-

- schen der an die Reihenschaltung von Elektromotor 2 und Triac 4 angelegten Wechselspannung U_W und dem durch den Elektromotor 2 fließenden Motorstrom sind die Nulldurchgänge des Motorstroms I nicht genau detektierbar. Das bisherige Verfahren des Festlegens einer vordefinierten Mindestzeit ab dem Zeitpunkt
- 5 des Nulldurchgangs der an den Elektromotor 2 angelegten Spannung hat aber den Nachteil, dass sich an der größtmöglichen Phasenverschiebung zwischen Motorstrom und angelegter Spannung orientiert und somit für andere Betriebszustände, bei denen die Phasenverschiebung geringer ist, nicht optimal ist.
- 10 Es wird daher vorgeschlagen, zum Detektieren der Zeitpunkte der Nulldurchgänge des Motorstroms das Spannungspotenzial an einem Knoten K zwischen dem Triac 4 und dem Elektromotor 2 abzugreifen und einer Detektionseinheit 10 der Steuereinheit 3 zur Verfügung zu stellen. Über einem leitenden Triac 4 tritt in der Regel ein Spannungsabfall von ca. 2 V auf und bei einem gesperrten Triac ist dieser ho-
- 15 chohmig, so dass über diesem die volle Wechselspannung anliegt. Eine Steuereinrichtung 11 der Steuereinheit 3 kann daher die Schaltzeitpunkte des Triacs 4 feststellen, indem Spannungssprünge über dem Triac 4 durch Überwachen der Spannung zwischen der zweiten Wechselspannungsleitung 6 und dem Knoten K detektiert werden. Dies erfolgt durch die Detektionseinheit 10. D.h. es werden so-
- 20 wohl die Spannungssprünge, die beim Zünden des Triacs 4, d.h. beim Durchschalten erfolgen, als auch die Spannungssprünge, die beim Abschalten des Triacs 4 erfolgen, detektiert. Da das Zünden von der Steuereinrichtung 11 ausgelöst wird, können durch die Steuereinrichtung 11 diejenigen Spannungssprünge zu den Schaltzeitpunkten, zu denen der Triac 4 ausschaltet, bestimmt werden, indem
- 25 die Spannungssprünge beim Einschalten des Triacs 4 unberücksichtigt bleiben. Die Spannungssprünge beim Einschalten des Triacs 4 werden erkannt, da sie zeitgleich zum Zündsignal sind.
- 30 Der Spannungssprung, der aufgrund eines Abschaltens des Triacs 4 erfolgt, lässt sich nun dazu verwenden, den Zeitpunkt zu ermitteln, zu dem der Triac 4 erneut gezündet werden kann. Der Zeitpunkt des Abschaltens des Triacs 4 kann nun näherungsweise als Nulldurchgang des Motorstroms angenommen werden. Alterna-

tiv kann abhängig von dem entsprechenden Haltestrom des Triacs 4, der Frequenz der Wechselspannung und anderen Größen der Zeitpunkt des Nulldurchgangs des Motorstromes ermittelt werden. Der Zeitpunkt, zu dem ein erneutes Zünden des Triacs 4 möglich ist, wird durch Hinzuaddieren einer Totzeit ermittelt, die angibt, bis wann der Motorstrom einem Stromwert entspräche, der größer ist als der entsprechende Haltestrom des Triacs 4.

Die Steuereinheit 3 kann beispielsweise durch einen Mikrocontroller realisiert sein, der in der Lage ist, die Verläufe der Wechselspannungen auszuwerten und insbesondere in der Lage ist, die Spannungsdifferenz zwischen der Spannung an dem Knoten K und der Spannung der zweiten Wechselspannungsleitung 6 so auszuwerten, dass die Zeitpunkte der Spannungssprünge aufgrund eines Schaltens des Triacs 4 erkannt werden können.

In Fig. 2 sind Signal-Zeit-Diagramme dargestellt, die die an den Elektromotor 2 angelegte Wechselspannung U_W , den nacheilenden Motorstrom i und die Spannung U_K zwischen der zweiten Wechselspannungsleitung und dem Knoten K angeben. Man erkennt die Spannungssprünge beim Zündzeitpunkt t_z und zum Abschaltzeitpunkt t_A , die durch die Steuereinheit 3 erkennbar sind.

20

Das Anpassen an den frühest-möglichen Zündzeitpunkt hat den Vorteil, dass die Bürstenstandzeiten deutlich erhöht werden können, da aufgrund des geringeren Oberwellenanteils die Lichtbogenbildung reduziert ist. Die EMV-Emissionen sind ebenfalls reduziert. Auch die Eigenerwärmung des Elektromotors ist dadurch geringer.

25

Ansprüche:

1. Verfahren zum Betreiben eines Elektromotors (2) mit einem Phasenanschnitt mit folgenden Schritten:
 - 5 - Anlegen einer Wechselspannung an eine Reihenschaltung des Elektromotors (2) und einem Schaltelement (4), insbesondere einem Triac, wobei das Schaltelement (4) durch Anlegen eines Zündsignals durchschaltet und das Fließen eines Stromes unterbindet, wenn der Betrag des Stromes einen Haltestrom unterschreitet;
 - 10 - Bestimmen eines Zeitpunkts eines virtuellen Nulldurchgangs eines Motorstroms, der fließen würde, wenn das Schaltelement (4) durchgeschaltet wäre;
 - Einschalten des Schaltelements (4) zu einem Einschaltzeitpunkt, der von dem Zeitpunkt des virtuellen Nulldurchgangs des Motorstroms abhängig ist.
- 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Schaltelement zu einem Zeitpunkt eingeschaltet wird, der von einer bereitgestellten Stellgröße abhängig ist, die die gewünschte Leistung des Elektromotors (2) angibt.
- 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Bestimmen des Zeitpunkts des virtuellen Nulldurchgangs eines Motorstroms abhängig von dem Zeitpunkt des Abschaltens des Schaltelements (4) durchgeführt wird.
- 25
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Zeitpunkt des Abschaltens des Schaltelements (4) als der Zeitpunkt bestimmt wird, zu dem ein Spannungssprung der über dem Schaltelement (4) anliegenden Spannung auftritt.
- 30
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Zeitpunkte des Auftretens des Spannungssprungs der über dem Schaltelement (4) anliegenden Span-

nung als die Zeitpunkte des Auftretens des Spannungssprungs bestimmt werden, zu dem das Schaltelement (4) nicht eingeschaltet wird.

- 5 6. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Einschaltzeitpunkt durch Aufaddieren einer Zeitdauer zu dem Zeitpunkt des Spannungssprungs bestimmt wird, wobei die Zeitdauer festgelegt ist oder abhängig von der Frequenz der angelegten Wechselspannung und/oder dem Haltestrom des Schaltelements (4) gewählt wird.
- 10 7. Motorsteuereinheit zum Betreiben eines Elektromotors (2) mit einem Phasenanschnitt, wobei an eine Reihenschaltung des Elektromotors (2) und einem Schaltelement (4), insbesondere einem Triac, eine Wechselspannung angelegt wird, wobei das Schaltelement durch Anlegen eines Zündsignals durchschaltet und das Fließen eines Stromes unterbindet, wenn der Betrag des Stromes einen Haltestrom unterschreitet; umfassend:
- 15 - eine Detektionseinheit zum Bestimmen eines Zeitpunkts eines virtuellen Nulldurchgangs eines Motorstroms, der fließen würde, wenn das Schaltelement (4) durchgeschaltet wäre; und
- 20 - eine Steuereinrichtung zum Einschalten des Schaltelements (4) zu einem Zeitpunkt, der von dem Zeitpunkt des virtuellen Nulldurchgangs des Motorstroms abhängig ist.
- 25 8. Motorsystem mit einer Motorsteuereinheit nach Anspruch 7, einem Elektromotor (2) und einem Schaltelement (4), wobei der Elektromotor (2) und das Schaltelement (4) miteinander in Reihe geschaltet sind.
- 30 9. Computerprogramm, das einen Programmcode enthält, der, wenn er auf einer Datenverarbeitungseinheit ausgeführt wird, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 ausführt.

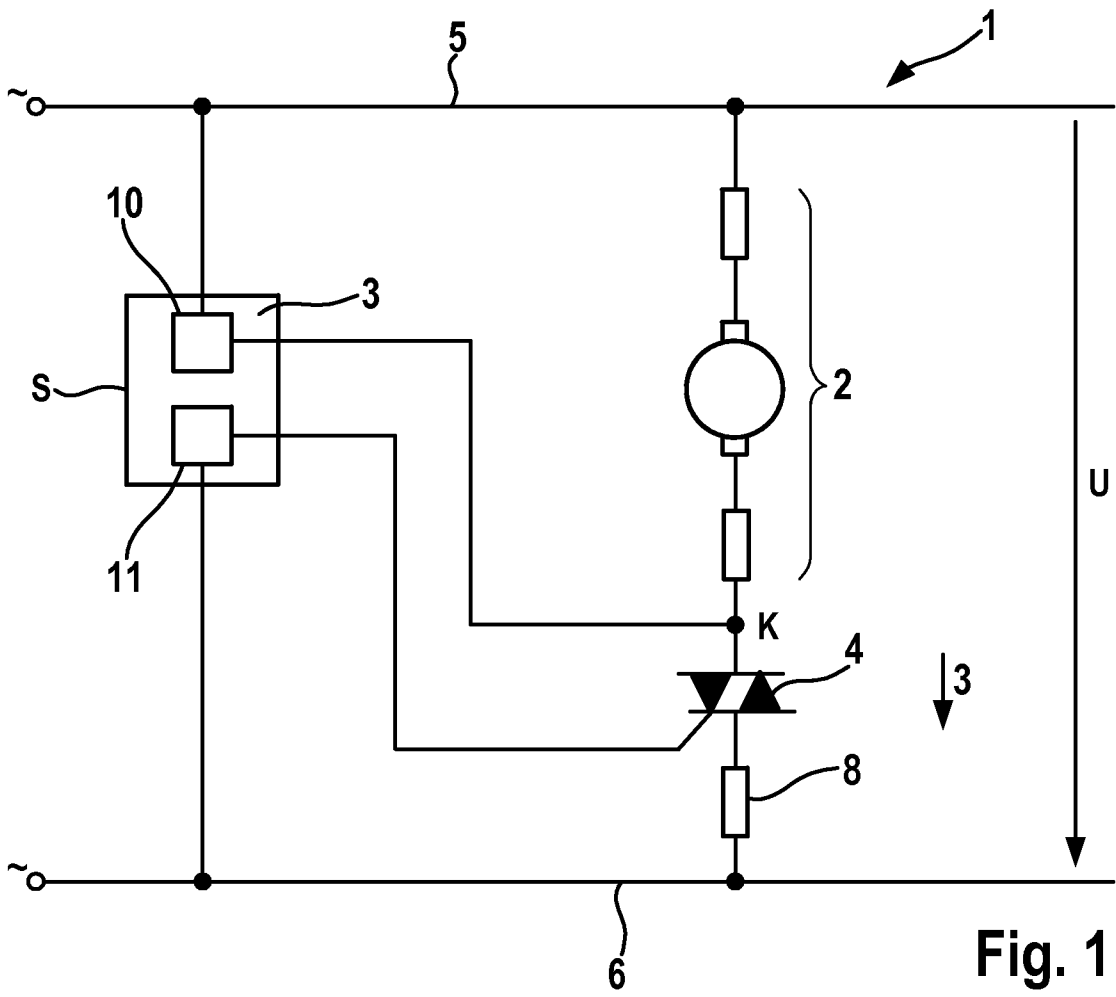


Fig. 1

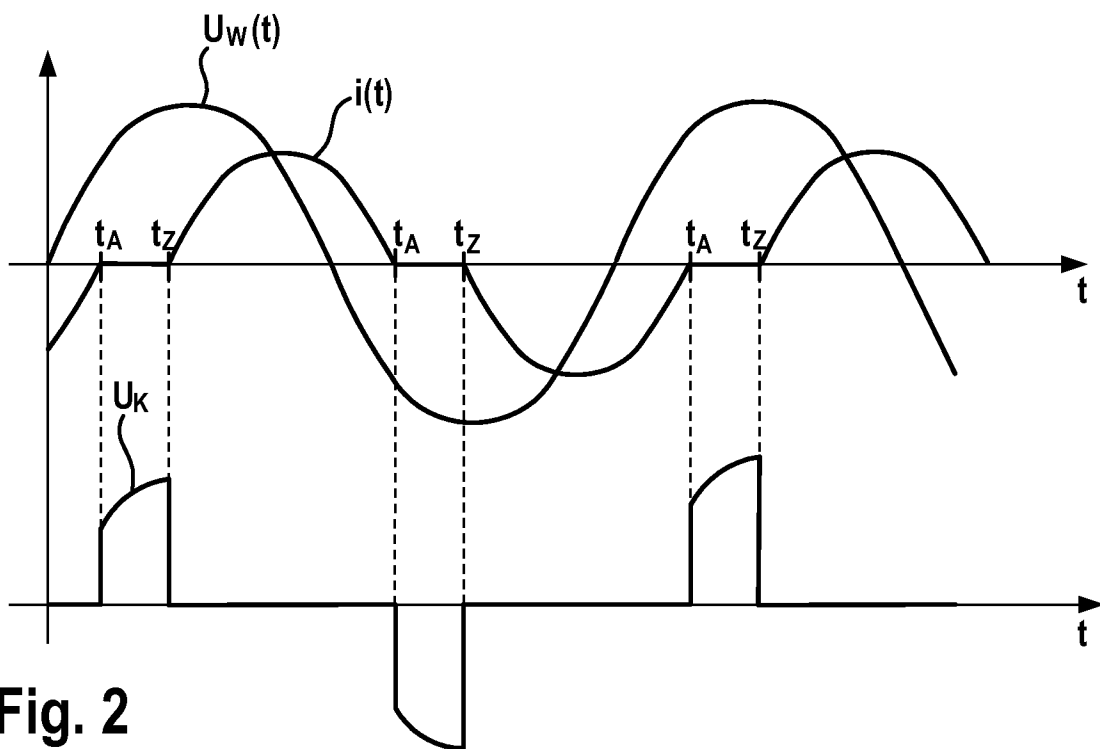


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/063821A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02P23/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 806 836 A (ST MICROELECTRONICS INC [US]) 11 July 2007 (2007-07-11) paragraphs [0017] - [0022]; figures 1-3	1-9
Y	EP 1 398 871 A (ROCKWELL AUTOMATION TECH INC [US]) 17 March 2004 (2004-03-17) paragraphs [0040], [0049] - [0060]; figures 1-4	1-9
Y	DE 43 44 557 A1 (HITACHI KOKI KK [JP]) 7 July 1994 (1994-07-07) figures 1-5	1,7

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 Dezember 2008

Date of mailing of the international search report

15/12/2008

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Kanelis, Konstantin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/063821

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1806836	A	11-07-2007	US	2007159122 A1	12-07-2007
EP 1398871	A	17-03-2004	US	2004051494 A1	18-03-2004
DE 4344557	A1	07-07-1994	JP	2850680 B2	27-01-1999
			JP	6197585 A	15-07-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/063821

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02P23/06

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02P

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 806 836 A (ST MICROELECTRONICS INC [US]) 11. Juli 2007 (2007-07-11) Absätze [0017] - [0022]; Abbildungen 1-3	1-9
Y	EP 1 398 871 A (ROCKWELL AUTOMATION TECH INC [US]) 17. März 2004 (2004-03-17) Absätze [0040], [0049] - [0060]; Abbildungen 1-4	1-9
Y	DE 43 44 557 A1 (HITACHI KOKI KK [JP]) 7. Juli 1994 (1994-07-07) Abbildungen 1-5	1,7

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
5. Dezember 2008	15/12/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Kanelis, Konstantin
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/063821

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1806836 A	11-07-2007	US 2007159122 A1	12-07-2007
EP 1398871 A	17-03-2004	US 2004051494 A1	18-03-2004
DE 4344557 A1	07-07-1994	JP 2850680 B2 JP 6197585 A	27-01-1999 15-07-1994