

(19)



(11)

EP 3 605 579 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.09.2020 Patentblatt 2020/37

(51) Int Cl.:
H01H 47/20 (2006.01) H01H 9/56 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19178316.6**

(22) Anmeldetag: **05.06.2019**

(54) **VERFAHREN ZUM NULLPUNKTSCHALTEN EINES RELAIS**

METHOD OF ZERO POINT SWITCHING A RELAY

PROCÉDÉ DE COMMUTATION À POINT ZÉRO D'UN RELAIS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **30.07.2018 DE 102018118329**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.02.2020 Patentblatt 2020/06

(73) Patentinhaber: **Insta GmbH
58509 Lüdenscheid (DE)**

(72) Erfinder:
• **Marks, Pierre
58453 Witten (DE)**
• **Hopp, Christian
44139 Dortmund (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A2- 2 107 585 DE-A1-102005 051 762
FR-A1- 2 791 466 US-A1- 2003 235 017
US-A1- 2017 229 269**

EP 3 605 579 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Nullpunktschalten eines eine wechselstromgespeiste Last schaltenden Relais, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Bestimmen der Schaltträgheit des Relais beim Einschaltvorgang und/oder beim Ausschaltvorgang durch Erfassen der Spannung über die Relaiskontakte zwischen dem Zeitpunkt seiner Ein- bzw. Ausschaltansteuerung und dem Zeitpunkt der geschlossenen bzw. geöffneten Relaiskontakte,
- Überwachen des Spannungsverlaufes der durch das Relais zu schaltenden Spannung zum Ermitteln des Zeitpunktes des nächsten erwarteten Nulldurchganges und
- Ansteuern des Relais zum Schließen bzw. Öffnen der Relaiskontakte zu einem Zeitpunkt, der dem Zeitpunkt des erwarteten Nulldurchganges abzüglich der Einschaltträgheit bzw. der Ausschaltträgheit des Relais entspricht.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung eine Relaischaltung, insbesondere zum Durchführen des vorgenannten Verfahrens, mit einem zum Schalten einer wechselspannungsgespeisten Last vorgesehenen Relais und mit einer Steuerelektronik zum Ansteuern des Relais.

[0003] Relaischaltungen und Verfahren zum Nullpunktschalten eines Relais sind vorbekannt. Mit den vorbekannten Verfahren zum Nullpunktschalten eines eine wechselstromgespeiste Last schaltenden Relais möchte man die Lebensdauer des Relais hinsichtlich der Anzahl seiner Schaltspiele verlängern, indem die Relaiskontakte im oder im Bereich des Nulldurchganges der Wechselspannung geschaltet werden. Hierdurch wird eine Entstehung von Schaltfunken vermieden. Schaltfunken sind Lichtbögen, die sich zwischen den Schaltkontakten ausbilden, wenn diese nicht geschlossen sind und solange deren Abstand noch nicht hinreichend groß ist. Derartige Lichtbögen tragen Material von den Schaltkontakten ab. Je höher die Spannung bzw. der Strom im Schaltzeitpunkt ist, je intensiver ist die Ausbildung eines solchen Schaltlichtbogens. Aus diesem Grund sind Verfahren und Relaischaltungen entwickelt worden, mit denen ein solches Relais im Bereich des Nulldurchganges der Wechselspannung geschaltet wird. Vorbekannt ist eine solche Relaischaltung beispielsweise aus DE 297 01 352 U1. Diesen und anderen vorbekannten Verfahren ist gemein, dass in einem ersten Schritt die Schaltträgheit beim Einschaltvorgang bestimmt wird. Die Schaltträgheit des Relais ist die Zeitspanne, die von dem Relais benötigt wird, bis nach Empfang eines Einschaltansteuersignals die Relaiskontakte tatsächlich geschlossen sind. Diese Schaltträgheit ist systembedingt und liegt in dem notwendigen Aufbau des Magnetfeldes durch die Bestromung der Relaispule und den durch die beweglichen Schaltkontakte zurückzulegenden Weg begründet. Beim Ein-

schaltvorgang arbeiten die beweglichen Relaiskontakte gegen die Kraft einer Rückstellfeder, durch die die gewünschte Bewegung der beweglichen Schaltkontakte gebremst und damit verlangsamt wird. Die Schaltträgheit eines solchen Relais ist somit abhängig von seiner Auslegung und kann beispielsweise zwischen 3 - 10 ms betragen.

[0004] Mit der ermittelten Schaltträgheit wird das Relais durch seine Steuerelektronik dann so angesteuert, dass der Einschaltzeitpunkt zeitlich um die Zeitdauer der Schaltträgheit vor dem nächsten erwarteten Nulldurchgang der Wechselspannung liegt. Bei diesem Wert handelt es sich grundsätzlich um eine herstellerseitig vorgegebene Größe. Die Schaltträgheit kann auch durch die Relaischaltung selbsttätig ermittelt werden, ebenso wie eine Änderung der Schaltträgheit in Folge beispielsweise einer Alterung des Relais. Vorgeschlagen wird im Stand der Technik zu diesem Zweck, dass das Auftreten eines Schaltfunken optisch bestimmt wird und bei Detektion eines solchen Schaltfunken das Relais in seiner nächsten Ansteuerung mit einer um einen Bruchteil einer Periode verschobenen Schaltträgheit angesteuert wird. Alternativ kann der Stromverlauf beobachtet werden.

[0005] Ein weiteres Verfahren zum Nullpunktschalten eines Relais sowie eine entsprechende Relaischaltung sind aus EP 0 997 921 A1 bekannt. Auch bei diesem Verfahren und dieser Relaischaltung wird der Stromfluss über die Last für die Bestimmung der Schaltträgheit genutzt. Ein solches ist auch offenbart in DE 10 2005 051 762 A1 und EP 2 107 585 A2 sowie US 2017/0229269 A1.

[0006] In US 2003/0235017 A1 ist ein zweipoliges Relais offenbart. Zum Ermitteln der Schaltverzögerung wird hier die Messung der Spannung jeweils über die beiden Relaispole vorgeschlagen, sodass einerseits die Spannung zwischen den beiden Relaispolen vor dem Relais als auch nach dem Relais gemessen wird.

[0007] In FR 2 791 466 wird eine Relaischaltung offenbart, bei der zur Ermittlung des Geschlossen-Zustandes des Relais die Spannung über den Relaiskontakten gemessen wird.

[0008] Auch wenn mit diesen vorbekannten Verfahren und Relaischaltungen das Nullpunktschalten eines Relais mit zufriedenstellenden Ergebnissen möglich ist, ist der schaltungstechnische Aufwand für die Bestimmung bzw. Ermittlung der Schaltträgheit aufwendig. Zudem eignen sich diese vorbekannten Verfahren nicht, wenn es sich bei der Last um eine kapazitive oder induktive Last handelt, da sich beispielsweise im Falle einer induktiven Last der Stromfluss erst aufbauen muss, bevor sich dieser im Stromfluss bemerkbar macht. Infolgedessen ist die Bestimmung der Schaltträgheit durch den Aufbau der Induktivität der Last überlagert. Zwar können zur Kompensation in die Relaisansteuerung entsprechende Verzögerungsdaten eingespeist werden. Problematisch wird dieses jedoch dann, wenn eine erste Last durch eine zweite Last mit einer anderen Induktivität ersetzt wird.

[0009] Ausgehend von diesem diskutierten Stand der

Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein eingangs genanntes Verfahren zum Nullpunktschalten eines eine Wechselstromgespeiste Last schaltenden Relais sowie eine Relaisschaltung vorzuschlagen, mit dem bzw. mit der nicht nur die Schaltträgheit eines Relais unabhängig von der Art der von dieser geschalteten Last möglich ist, sondern welche Relaisschaltung zudem einfach und damit kostengünstig aufgebaut ist. Aufgabe der Erfindung ist es ferner, die Bestimmung des Zeitpunktes des Schaltvorganges zu verbessern.

[0010] Gelöst wird der verfahrensbezogene Aspekt der vorstehend genannten Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass die Schaltträgheit mehrfach ermittelt wird und aus einer vordefinierten Anzahl an Schaltträgheitsmessungen ein Mittelwert gebildet wird, der die zu berücksichtigende Schaltträgheit bei der Bestimmung des Zeitpunktes der Ansteuerung des Relais darstellt.

[0011] Der auf die Relaisschaltung bezogene Aufgabenaspekt wird durch eine eingangs genannte, gattungsgemäß Relaisschaltung gelöst, bei der die Relaisschaltung eine Spannungsmesseinrichtung zum Erfassen der Spannung über die Relaiskontakte aufweist.

[0012] Bei diesem Verfahren zum Nullpunktschalten eines Relais - gleiches gilt für die Relaisschaltung - wird die Schaltträgheit des Relais über die über die Relaiskontakte erfassbare Spannung ermittelt. Sind die Relaiskontakte geöffnet, ist zwischen diesen eine Spannung messbar. Sind die Relaiskontakte geschlossen, ist keine Spannung erfassbar. Da bei geschlossenen Relaiskontakten keine Spannung über die Relaiskontakte gemessen wird, kann dieses Verfahren unabhängig von der Art der durch das Relais geschalteten Last zur effektiven Bestimmung der Schaltträgheit des Relais genutzt werden. Überdies ist eine Spannungsmessung mit sehr viel einfacheren Mitteln möglich als eine Strommessung. Während eine Spannungsmessung quasi leistungslos ist, muss bei einer Strommessung, je größer der Strom ist, desto mehr Leistung in der Messeinrichtung umgesetzt werden. Dadurch ist der Schaltungsaufbau der Relaisschaltung, wenn zum Bestimmen der Schaltträgheit des Relais die Spannung über die Schaltkontakte erfasst wird, weniger aufwendig als eine Schaltung, die für eine Strommessung benötigt wird.

[0013] Gemäß einer Ausgestaltung wird der Zustand des Relaiskontaktes durch kontinuierliches Differenzieren der Spannung über den Relaiskontakten, die nachfolgend auch als Kontaktspannung angesprochen ist, ermittelt. Wird eine bestimmte Steigung erreicht, definiert diese den Relaiskontakt-geschlossen-Zustand oder im Falle der Bestimmung der Schaltträgheit beim Ausschaltvorgang den Relaiskontakt-offen-Zustand. Hierdurch lassen sich in besonders einfacher Art und Weise Ungenauigkeiten bezüglich des   bergangskontaktes vor allem bei dem Einschaltvorgang, etwa durch Prellen der Kontakte und dergleichen kompensieren. Dieses verbessert die Genauigkeit der Zeitmessung zwischen dem Absetzen des Ansteuersignals an das Relais und der Definition des Relaiskontakt-geschlossen-Zustandes.

[0014] In einer beispielhaften Ausgestaltung schaltet das Relais eine Wechselspannung. Wird über diesen Spannungsverlauf differenziert, ergibt sich, dass die Schaltzustands  nderung dann erfolgt, wenn die ermittelte Steigung null ist. Dies kann jedoch dem unteren Extremum, dem oberen Extremum oder dem geschlossenen Schaltkontakt entsprechen. Um diese Messpunkte voneinander zu unterscheiden, wird in dieser Ausgestaltung zusätzlich ein absoluter Spannungsbereich definiert, in dem die Spannung liegen muss, damit eine Zustandsänderung registriert wird. In diesem Bereich liegt dann der Zustand bei geschlossenem Relaiskontakt, jedoch nicht das obere oder untere Extremum. So wird vermieden, dass als Messzeitpunkt ein Zeitpunkt angenommen wird, bei dem tatsächlich nur ein Extremum der Wechselspannung vorliegt.

[0015] Bei dem Verfahren wird der Spannungsverlauf der am Relais anliegenden Spannung überwacht, und zwar zum Ermitteln des Zeitpunktes des nächsten erwarteten Nulldurchganges der anliegenden Wechselspannung. Die die Schaltträgheit definierende gemessene Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt der Ansteuerung des Relais und dem Zeitpunkt der geschlossenen bzw. geöffneten Relaiskontakte wird bei dem Ansteuerungszeitpunkt zum Ansteuern des Relais von dem erwarteten Nulldurchgangszeitpunkt abgezogen. Mithin wird das Relais nicht erst im Zeitpunkt eines Nulldurchganges der Wechselspannung angesteuert, sondern zu einem früheren Zeitpunkt, der dem Zeitpunkt des erwarteten Nulldurchganges abzüglich der Schaltträgheit des Relais entspricht. Auf diese Weise schaltet das Relais in einem sehr engen Bereich um den Nulldurchgang und somit zu einem Zeitpunkt im Spannungsverlauf, in dem keine oder nur eine sehr geringe Spannung anliegt und somit die Gefahr einer Entstehung von Schaltfunken bzw. Schaltlichtb  gen wirksam verhindert ist.

[0016] Die Schaltträgheit beim Ausschaltvorgang ist regelmäßig geringer als diejenige beim Einschaltvorgang, was darin begründet liegt, dass das Ausschalten über die Rückstellkraft eines oder mehrerer Federelemente bewirkt wird und im Unterschied zum Einschaltvorgang nicht erst ein magnetisches Feld aufgebaut werden muss.

[0017] Die Überwachung des Spannungsverlaufes der am Relais anliegenden Spannung kann, wie dieses bei einem Ausführungsbeispiel vorgesehen ist, durch einen die Phase mit dem Nullleiter verbindenden Spannungsteiler vorgenommen werden. Der hierfür benötigte Hardwareaufwand ist gering. Durchaus möglich ist auch eine Ausgestaltung, bei der die Steuerelektronik selbst über eine Nulldurchgangserkennung verfügt. Diese kann für die Überwachung des Spannungsverlaufes der am Relais anliegenden Spannung selbstverständlich auch genutzt werden.

[0018] Zur Minimierung von Messungenauigkeiten bei der Bestimmung der Schaltträgheit wird diese aus einer Anzahl von Einzelmessungen gemittelt. Der gemittelte Wert stellt die zu berücksichtigende Schaltträgheit bei

der Ansteuerung des Relais dar. Diese Messungen können bei mehreren aufeinanderfolgenden Schaltvorgängen durchgeführt werden. Durchaus möglich ist es auch, dass die Messungen nicht durch mehrere unmittelbar aufeinanderfolgende Schaltvorgänge, sondern hierfür jeder x-te Schaltvorgang genutzt wird.

[0019] Um Messungenauigkeiten und mögliche Ausreißer von Einzelmessungen bezüglich der Schaltträgheit zu unterdrücken, kann die ermittelte Schaltträgheit tiefpassgefiltert werden.

[0020] Ohne Weiteres kann die Bestimmung der Schaltträgheit beim Einschaltvorgang oder auch beim Ausschaltvorgang bei jedem Schaltvorgang vorgenommen werden. Es versteht sich, dass man zu entsprechenden Ergebnissen ebenfalls gelangt, wenn die Schaltträgheitsbestimmungen nicht bei jedem Schaltvorgang, sondern bei jedem x-ten Schaltvorgang vorgenommen werden. Durch diese Maßnahme erfolgt eine automatische Adaption einer sich beispielsweise alterungsbedingt verändernden Schaltträgheit des Relais. Herstellerseitig braucht keine Schaltträgheit vorgegeben zu werden, wenn zumindest in einer ersten Betriebsphase des Relais das beschriebene Verfahren durchgeführt wird. Durch das Verfahren und die damit bewirkte Selbsteinstellung, dass der tatsächliche Relaiskontaktschaltzeitpunkt immer näher an den Nulldurchgang der Wechselspannung angenähert wird, ist bereits nach wenigen Schaltvorgängen die Schaltträgheit hinreichend genau erfasst, um das gewünschte Nullpunktschalten in einem engen Bereich um den Nulldurchgang gewährleisten zu können.

[0021] Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: ein schematisiertes Schaltbild einer Relaischaltung gemäß der Erfindung und

Fig. 2: ein Diagramm darstellend eine Wechselspannungshalbwelle zum Erläutern der Bestimmung der Schaltträgheit.

[0022] Eine Relaischaltung 1 umfasst ein Relais 2, das von einer bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Mikrocontroller ausgeführten Steuerelektronik 3 angesteuert ist. Die Steuerelektronik 3 verfügt über einen Ansteuer Eingang 4, an dem ein Ansteuersignal anliegt, wenn das Relais 2 geschaltet werden soll. Das Relais 2 ist zum Schalten der Phase 5 eines Wechselstromkreises in den Schaltkreis eingeschaltet. Das Relais 2 schaltet eine wechselstromgespeiste Last, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine LED-Leuchte 6 ist. Der Nullleiter ist in Figur 1 mit dem Bezugszeichen 7 kenntlich gemacht. Die Phase 5 und der Nullleiter 7 sind an eine Wechselstromspannungsquelle 8 angeschlossen, bei der es sich in dem dargestellten Ausführungsbeispiel um die Netzspannung handelt. Das Relais 2 verfügt über einen ortsfesten Relaiskontakt 9 und über einen

beweglichen Relaiskontakt 10. In der Figur 1 ist das Relais 2 in seiner Offen-Stellung gezeigt, bei der die beiden Relaiskontakte 9, 10 voneinander beabstandet sind und die LED-Leuchte 6 nicht bestromt ist. Angeschlossen an die Relaiskontakte 9, 10 ist eine Spannungsmesseinrichtung 11, deren Signalleitung 12 an einen ersten Signaleingang der Steuerelektronik 3 angeschlossen ist. Mit der Spannungsmesseinrichtung 11 wird über die Relaiskontakte 9, 10 die Spannung gemessen, um über die sich ändernde Spannung bei dem Einschaltvorgang des Relais 2 sowie auch bei dem Ausschaltvorgang die jeweilige Schaltträgheit, das heißt: die Zeit zwischen dem Empfang eines Einschaltansteuersignals am Ansteuer Eingang 4 und dem Zustand, dass die Relaiskontakte 9, 10 geschlossen sind, ermittelt wird. Die Schaltträgheit des Relais 2 beim Ausschalten wird ausgehend von den geschlossenen Relaiskontakten 9, 10 ermittelt. Bei geöffneten Relaiskontakten 9, 10 wird über die Spannungsmesseinrichtung 11 die Wechselspannung gemessen, im vorliegenden Fall Netzspannung. Sind die Relaiskontakte 9, 10 hingegen geschlossen, ist die LED-Leuchte 6 bestromt und an der Spannungsmesseinrichtung 11 kann keine Spannung erfasst werden. Aufgrund dieses Messprinzips kann mit der Relaischaltung 1 die Schaltträgheit des Relais 2 bei jeder Last ermittelt werden und insbesondere auch bei induktiven Lasten.

[0023] An die Steuerelektronik 3 ist ein elektronischer Speicher 13 angeschlossen, in dem die Ergebnisse der Schaltträgheitsmessungen gespeichert werden. Der Speicher 13 ist nach Art eines Ring- bzw. Registerspeichers organisiert, sodass eine bestimmte Anzahl an Schaltträgheitsmessungen darin gespeichert werden können.

[0024] Für die Durchführung des Verfahrens zum Nullpunktschalten des Relais 2 verfügt die Relaischaltung 1 des Weiteren über eine Spannungsüberwachungseinrichtung 14, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Spannungsteiler ausgeführt ist. Die Spannungsüberwachungseinrichtung 14 ist zwischen die Phase 5 und den Nullleiter 7 geschaltet bzw. verbindet die Phase 5 mit der Nullleiter 7. Über die Spannungsüberwachungseinrichtung 14 wird die anliegende Netzspannung hinsichtlich ihres Verlaufes in Bezug auf die Nulldurchgänge der Wechselspannung überwacht. Die Signalleitung 15 der Spannungsüberwachungseinrichtung 14 ist an einen zweiten Signaleingang der Steuerelektronik 3 angeschlossen.

[0025] Mit der Relaischaltung 1 kann das Relais 2 nullpunktgeschaltet werden. Dieses heißt, dass die Relaiskontakte 9, 10 bei einem Einschaltvorgang im Bereich des Nulldurchganges einer Wechselspannungshalbwelle ihren Geschlossen-Zustand bzw. einen diesen Zustand widerspiegelnden Zustand erreicht haben. Beim Ausschalten werden die Relaiskontakte 9, 10 im Bereich des Nulldurchganges geöffnet.

[0026] Um das Relais 2 zum Nullpunktschalten anzusteuern, wird in einem ersten Schritt die Schaltträgheit des Relais 2 beim Einschaltvorgang bestimmt. Bei dem

dargestellten Ausführungsbeispiel wird hierzu diejenige Zeit über die Steuereinrichtung 3 erfasst, die benötigt wird, damit nach Beaufschlagen des Ansteuereinganges 4 mit einem entsprechenden Ansteuersignal die Relaiskontakte 9, 10 geschlossen sind. Liegt am Ansteuereingang 4 ein Einschaltansteuersignal an, beginnt die Zeitmessung. Zugleich wird über die Spannungsmesseinrichtung 11 die Spannung über die Relaiskontakte 9, 10 gemessen. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Spannung kontinuierlich differenziert, und zwar bis diese eine vordefinierte Steigung erreicht hat. Hat die Differenzierung eine bestimmte Steigung erreicht, hat die Spannung einen erwarteten bzw. vordefinierten, den Geschlossen-Zustand widerspiegelnden Zustand erreicht. Der erwartete Spannungszustand ist so gewählt, dass dann die Relaiskontakte 9, 10 geschlossen sind. Der erwartete Spannungszustand wird bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit 0V angesetzt. Die Zeitmessung wird beendet, wenn durch das Differenzieren der Kontaktspannung (Spannung über die Relaiskontakte 9, 10) die vorgegebene Steigung erreicht ist. Diese ermittelte Zeitspanne entspricht der Schaltträgheit des Relais 2.

[0027] In Figur 2 ist dieses die Zeitspanne zwischen t_{ein1} und dem Zeitpunkt t_{schalt1} . Das erste Einschalten des Relais 2 erfolgt in Bezug auf die Position des Einschaltvorganges auf einer Wechselspannungshalbwelle an einer zufälligen Stelle, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit t_{ein1} angenommen ist.

[0028] Über die Spannungsüberwachungseinrichtung 14 wird die Wechselspannung überwacht, und zwar im Hinblick auf den Zeitpunkt der erwarteten Nulldurchgänge.

[0029] Beim nächsten Einschaltvorgang wird das Relais 2 von der Steuerelektronik 3 zu einem Zeitpunkt zum Einschalten angesteuert, der dem Zeitpunkt des nächsten erwarteten Nulldurchganges der Wechselspannung abzüglich der zuvor ermittelten Schaltträgheit des Relais 2 entspricht. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist dieser Ansteuereinschaltvorgang in Figur 2 mit t_{ein2} und der Geschlossen-Zustand des Relais 2 mit t_{schalt2} kenntlich gemacht. Der Zeitpunkt t_{schalt2} liegt unmittelbar benachbart zu dem tatsächlichen Nulldurchgang der gezeigten Wechselspannungshalbwelle.

[0030] Die Schaltträgheit des Relais 2 ist in gewissen Grenzen nicht konstant, auch aufgrund sich ändernder Umgebungszustände, wie Temperatur oder dergleichen. Aus diesem Grund werden für die Bestimmung der Schaltträgheit beim Einschaltvorgang mehrere Schaltträgheitsmessungen durchgeführt und in dem Speicher 13 abgelegt. Aus jeweils derselben Anzahl zurückliegender Schaltträgheitsmessungen wird der aktuelle Mittelwert gebildet, der sodann für den nächsten Einschaltvorgang zum Bestimmen des Einschaltzeitpunktes verwendet wird.

[0031] Typischerweise wird man bei jeder Einschaltansteuerung eine Schaltträgheitsbestimmung durchführen. Auf diese Weise arbeitet die Relaischaltung 1 adaptiv in Bezug auf ein sich änderndes Schaltverhalten, sei es

durch sich ändernde Umgebungsbedingungen, alterungsbedingt oder anderweitig begründet.

[0032] Eine Bestimmung der Schaltträgheit bei einem Ausschaltvorgang wird in analoger Weise durchgeführt. Die vorstehend beschriebene Verbesserung beim Einschaltvorgang führt bereits zu einer signifikanten Verlängerung der Lebensdauer des Relais 2 bzw. seiner Relaiskontakte 9, 10. Die Toleranzen in der Schaltträgheit beim Ausschaltvorgang sind geringer, was auch daran liegt, dass beim Ausschalten kein Magnetfeld aufgebaut werden muss. Folglich ist auch die Varianz der Schaltträgheit beim Ausschalten typischerweise deutlich geringer als beim Einschaltvorgang. Es ist daher nicht unbedingt erforderlich, die Schaltträgheit beim Ausschaltvorgang in der beschriebenen Art und Weise zu bestimmen. Beim Ausschaltvorgang kann man daher auf eine Schaltträgheit zurückgreifen, die als konstante Größe bei dem Verfahren verwendet wird. Alterungsbedingte Änderungen können durch eine Änderung dieser konstanten Größe reflektiert werden.

[0033] In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, den Zeitpunkt der Relaiskontakt-geschlossen-Stellung t_{schalt2} mit dem Zeitpunkt des tatsächlichen Nulldurchganges zu vergleichen. Überschreitet die erfasste Zeitdifferenz eine gewisse Toleranzzeit, kann diese ermittelte Zeitdifferenz zwischen dem Kontakt-geschlossen-Zustand t_{schalt2} und dem tatsächlichen Nullpunkt in die Bestimmung der Schaltträgheit einfließen. Auf diese Weise ist es möglich, den Relaiskontakt-geschlossen-Zustand so nah wie möglich an den tatsächlichen Nulldurchgang zu legen.

[0034] Durch Alterung und Umwelteinflüsse kann es zu Oxidation an den Relaiskontakten 9, 10 kommen. Dabei entsteht eine hochohmige Oxidschicht. Wenn eine solche Oxidschicht hinreichend hochohmig ist, wird die Spannung über dem Relaiskontakt nicht klein; ein Zeitpunkt des Relais kann von der Steuerelektronik daher nicht oder nicht hinreichend präzise erkannt werden. Das beschriebene Verfahren kann allerdings auch genutzt werden, um gezielt einer Oxidierung der Relaiskontakte 9, 10 vorzubeugen bzw. diese, wenn vorhanden, zu beseitigen. Dieses ist möglich, indem jeder x-te Schaltvorgang, etwa jeder 50te Schaltvorgang auf einen Zeitpunkt gelegt wird, in dem das Relais nicht im Nullpunkt, sondern zu einem Zeitpunkt zum Schließen bzw. Öffnen der Relaiskontakte 9, 10 angesteuert wird, damit ein Schaltfunke entsteht. Durch diesen werden die Relaiskontakte 9, 10 freigebrannt, mithin von der Oxidschicht befreit. Über die Spannungsverlaufsüberwachung zum Bestimmen des nächsten erwarteten Nulldurchganges ist die Bestimmung eines solchen Schaltzeitpunkts zum Nicht-Nullpunktschalten ohne weiteres möglich.

[0035] Die Erfindung ist unter Bezugnahme auf die Figuren anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben worden. Ohne den Umfang der geltenden Ansprüche zu verlassen, ergeben sich für einen Fachmann zahlreiche weitere Möglichkeiten, das beanspruchte Verfahren sowie die beanspruchte Relaischaltung zu realisieren, oh-

ne dass diese im Rahmen dieser Ausführungen im Einzelnen erläutert werden müsste.

Bezugszeichenliste

[0036]

1	Relaisschaltung
2	Relais
3	Steuerelektronik
4	Ansteuereingang
5	Phase
6	LED-Leuchte
7	Nullleiter
8	Spannungsquelle
9	ortsfester Relaiskontakt
10	beweglicher Relaiskontakt
11	Spannungsmesseinrichtung
12	Signalleitung
13	Speicher
14	Spannungsüberwachungseinrichtung
15	Signalleitung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Nullpunktschalten eines eine wechselstromgespeiste Last schaltenden Relais (2), wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Bestimmen der Schaltträgheit des Relais (2) beim Einschaltvorgang und/oder beim Ausschaltvorgang durch Erfassen der Spannung über die Relaiskontakte (9, 10) zwischen dem Zeitpunkt ($t_{\text{ein}1}$) seiner Ein- bzw. Ausschaltsteuerung und dem Zeitpunkt ($t_{\text{schalt}1}$) der geschlossenen bzw. geöffneten Relaiskontakte (9, 10),
- Überwachen des Spannungsverlaufes der durch das Relais (2) zu schaltenden Spannung zum Ermitteln des Zeitpunktes des nächsten erwarteten Nulldurchganges und
- Ansteuern des Relais (2) zum Schließen bzw. Öffnen der Relaiskontakte (9, 10) zu einem Zeitpunkt ($t_{\text{ein}2}$), der dem Zeitpunkt des erwarteten Nulldurchganges abzüglich der Einschaltträgheit bzw. der Ausschaltträgheit des Relais (2) entspricht,

dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltträgheit mehrfach ermittelt wird und aus einer vordefinierten Anzahl an Schaltträgheitsmessungen ein Mittelwert gebildet wird, der die zu berücksichtigende Schaltträgheit bei der Bestimmung des Zeitpunktes der Ansteuerung des Relais darstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Bestimmen der Schaltträgheit

des Relais (2) die Spannung über die Relaiskontakte (9, 10) kontinuierlich differenziert wird und das Erreichen einer vordefinierten Steigung der Spannung den Relaiskontakt-geschlossen-Zustand bzw. den Relaiskontakt-offen-Zustand definiert.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorgang des Bestimmens der Einschaltträgheit und/oder der Ausschaltträgheit bei jedem Einschaltvorgang bzw. jedem Ausschaltvorgang durchgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ergebnisse der Schaltträgheitsmittelwertermittlung tiefpassgefiltert werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zeitpunkt der geschlossenen bzw. geöffneten Relaiskontakte (9, 10) mit dem aktuellen Verlauf der Wechselspannungshalbwelle bezüglich seines zeitlichen Abstandes von dem auf das Schalten des Relaiskontaktes (9, 10) folgenden Nulldurchgang bestimmt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Überschreiten einer vorgegebenen Differenzzeit dieses bei der nächsten Ansteuerung des Relais (2) für denselben Schaltvorgang - Öffnen oder Schließen - bezüglich des Ansteuerzeitpunktes berücksichtigt wird, um den tatsächlichen Relaiskontaktschaltvorgang näher an den Nulldurchgang zu bringen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachung des Spannungsverlaufes mittels einer die Phase (5) mit dem Nullleiter (7) verbindenden Spannungsüberwachungseinrichtung (14) vorgenommen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überwachung des Spannungsverlaufes in der Spannungsüberwachungseinrichtung (14) mittels eines Spannungsteilers vorgenommen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur die Schaltträgheit des Relais (2) beim Einschaltvorgang bestimmt wird und die Schaltträgheit beim Ausschaltvorgang als konstante Größe vorgegeben ist.

10. Relaisschaltung, zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem zum Schalten einer wechselspannungsgespeisten Last vorgesehenen Relais (2) und mit einer Steuerelektronik (3) zum Ansteuern des Relais (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Relaisschaltung (1) eine Spannungsmesseinrichtung (11) zum Erfassen der

Spannung über die Relaiskontakte (9, 10) aufweist.

11. Relaischaltung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Relaischaltung (1) eine die Phase (5) mit dem Nullleiter (7) verbindenden Spannungsüberwachungseinrichtung (14) zur Überwachung des Spannungsverlaufes umfasst.
12. Relaischaltung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannungsüberwachungseinrichtung (14) einen Spannungsteiler umfasst, über den der Spannungsverlauf überwacht wird.
13. Relaischaltung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerelektronik (3) eine Nulldurchgangserkennung zum Erkennen des Nulldurchganges der Wechselspannung umfasst.
14. Relaischaltung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannungsmesseinrichtung (11) über eine Spannungsteilerschaltung oder eine Komparatorschaltung realisiert ist.

Claims

1. A method of zero-switching a relay (2) switching an AC-powered load, the method comprising the steps of:
 - Determining the switching inertia of the relay (2) during the switch-on process and/or during the switch-off process by detecting the voltage via the relay contacts (9, 10) between the time (t_{ein1}) of its switch-on or switch-off actuation and the time (t_{schalt1}) of the closed or opened relay contacts (9, 10),
 - Monitoring the voltage curve of the voltage to be switched by the relay (2) to determine the time of the next expected zero crossing and
 - Control of the relay (2) for closing or opening the relay contacts (9, 10) at a time (t_{ein2}) which corresponds to the time of the expected zero crossing minus the switch-on inertia or the switch-off inertia of the relay (2),**characterized by the fact** that the switching inertia is determined several times and an average value is calculated from a predefined number of switching inertia measurements, which represents the switching inertia to be taken into account when determining the time of actuation of the relay.
2. Method in accordance with Claim 1, **characterized by the fact** that in order to determine the switching inertia of the relay (2), the voltage is continuously differentiated via the relay contacts (9, 10) and the

reaching of a predefined slope of the voltage defines the relay contact closed state or the relay contact open state.

3. Method in accordance with Claim 1 or 2, **characterized by the fact** that the procedure for determining the switch-on inertia and/or switch-off inertia is carried out at each switch-on or switch-off operation.
4. Method in accordance with Claim 3, **characterized by the fact** that the results of the determination of the switching inertia mean value are low-pass filtered.
5. Method in accordance with any of Claims 1 to 4, **characterized by the fact** that the time of the closed or opened relay contacts (9, 10) is determined with the current course of the AC voltage half-wave with respect to its time interval from the zero crossing following the switching of the relay contact (9, 10).
6. Method in accordance with Claim 5, **characterized by the fact** that if a predetermined difference time is exceeded, this is taken into account at the next actuation of the relay (2) for the same switching operation - opening or closing - with respect to the actuation time, in order to bring the actual relay contact switching operation closer to the zero crossing.
7. Method in accordance with any of Claims 1 to 6, **characterized by the fact** that the monitoring of the voltage curve is carried out by means of a voltage monitoring device (14) connecting the phase (5) to the neutral conductor (7).
8. Method in accordance with Claim 7, **characterized by the fact** that the monitoring of the voltage curve in the voltage monitoring device (14) is carried out using a voltage divider.
9. Method in accordance with any of Claims 1 to 7, **characterized by the fact** that only the switching inertia of the relay (2) is determined during the switch-on process and the switching inertia is specified as a constant variable during the switch-off process.
10. Relay circuit for carrying out the process in accordance with any of claims 1 to 9, having a relay (2) provided for switching an AC-fed load and having control electronics (3) for driving the relay (2), **characterized by the fact** that the relay circuit (1) has a voltage measuring device (11) for detecting the voltage via the relay contacts (9, 10).
11. Relay circuit in accordance with Claim 10, **characterized by the fact** that the relay circuit (1) comprises a voltage monitoring device (14) connecting the

phase (5) to the neutral conductor (7) for monitoring the voltage curve.

12. Relay circuit in accordance with Claim 11, **characterized by the fact** that the voltage monitoring device (14) comprises a voltage divider via which the voltage curve is monitored.
13. Relay circuit in accordance with Claim 12, **characterized by the fact** that the control electronics (3) comprise a zero-crossing detector for detecting the zero crossing of the AC voltage.
14. Relay circuit in accordance with any of Claims 9 to 13, **characterized by the fact** that the voltage measuring device (11) is implemented via a voltage divider circuit or a comparator circuit.

Revendications

1. Procédé de mise à zéro d'un relais (2) commutant une charge alimentée en courant alternatif, le procédé comprenant les étapes suivantes:
 - Détermination de l'inertie de commutation du relais (2) pendant le processus de mise en marche et/ou pendant le processus de coupure en détectant la tension par les contacts du relais (9, 10) entre le moment (t_{ein1}) de son actionnement de mise en marche ou de coupure et le moment ($t_{schalt1}$) de la fermeture ou de l'ouverture des contacts du relais (9, 10),
 - Surveillance de la courbe de tension de la tension à commuter par le relais (2) pour déterminer le moment du prochain passage à zéro prévu et
 - Commande du relais (2) pour fermer ou ouvrir les contacts du relais (9, 10) à un moment (t_{ein2}) qui correspond au moment du passage par zéro prévu moins l'inertie d'enclenchement ou de déclenchement du relais (2),

caractérisé en ce que l'inertie de commutation est déterminée plusieurs fois et qu'une valeur moyenne est calculée à partir d'un nombre prédéfini de mesures d'inertie de commutation, qui représente l'inertie de commutation à prendre en compte pour déterminer le moment d'actionnement du relais.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour déterminer l'inertie de commutation du relais (2), la tension est continuellement différenciée par les contacts du relais (9, 10) et l'atteinte d'une pente prédéfinie de la tension définit l'état fermé du contact du relais ou l'état ouvert du contact du relais.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'opération de détermination de l'inertie

de mise en marche et/ou de l'inertie d'arrêt est effectuée à chaque opération de mise en marche ou d'arrêt.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les résultats de la détermination de la valeur moyenne de l'inertie de commutation sont filtrés par un filtre passe-bas.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le moment de la fermeture ou de l'ouverture des contacts de relais (9, 10) est déterminé avec le cours actuel de la demi-onde de tension alternative par rapport à son intervalle de temps à partir du passage par zéro suivant la commutation du contact de relais (9, 10).
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**, si un temps de différence prédéterminé est dépassé, celui-ci est pris en compte par rapport au temps d'activation lors de la prochaine activation du relais (2) pour la même opération de commutation - ouverture ou fermeture - afin de rapprocher l'opération de commutation effective du contact du relais au passage par zéro.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la surveillance de la courbe de tension est effectuée au moyen d'un dispositif de surveillance de la tension (14) reliant la phase (5) au conducteur neutre (7).
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la surveillance de la courbe de tension dans le dispositif de surveillance de la tension (14) est effectuée au moyen d'un diviseur de tension.
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** seule l'inertie de commutation du relais (2) est déterminée pendant le processus d'enclenchement et l'inertie de commutation pendant le processus de déclenchement est spécifiée comme une variable constante.
10. Circuit de relais pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 9, avec un relais (2) prévu pour la commutation d'une charge alimentée en courant alternatif et avec une électronique de commande (3) pour la commande du relais (2), **caractérisé en ce que** le circuit de relais (1) dispose d'un dispositif de mesure de la tension (11) pour détecter la tension par les contacts de relais (9, 10).
11. Circuit de relais selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le circuit de relais (1) comprend un dispositif de surveillance de la tension (14), qui relie la phase (5) au conducteur neutre (7), pour surveiller la courbe de tension.

12. Circuit de relais selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le dispositif de surveillance de la tension (14) comprend un diviseur de tension par lequel la courbe de tension est surveillée.

5

13. Circuit de relais selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'électronique de commande (3) comprend une unité de détection de passage par zéro pour détecter le passage par zéro de la tension alternative.

10

14. Circuit de relais selon l'une des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de mesure de la tension (11) est réalisé par un circuit diviseur de tension ou un circuit comparateur.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

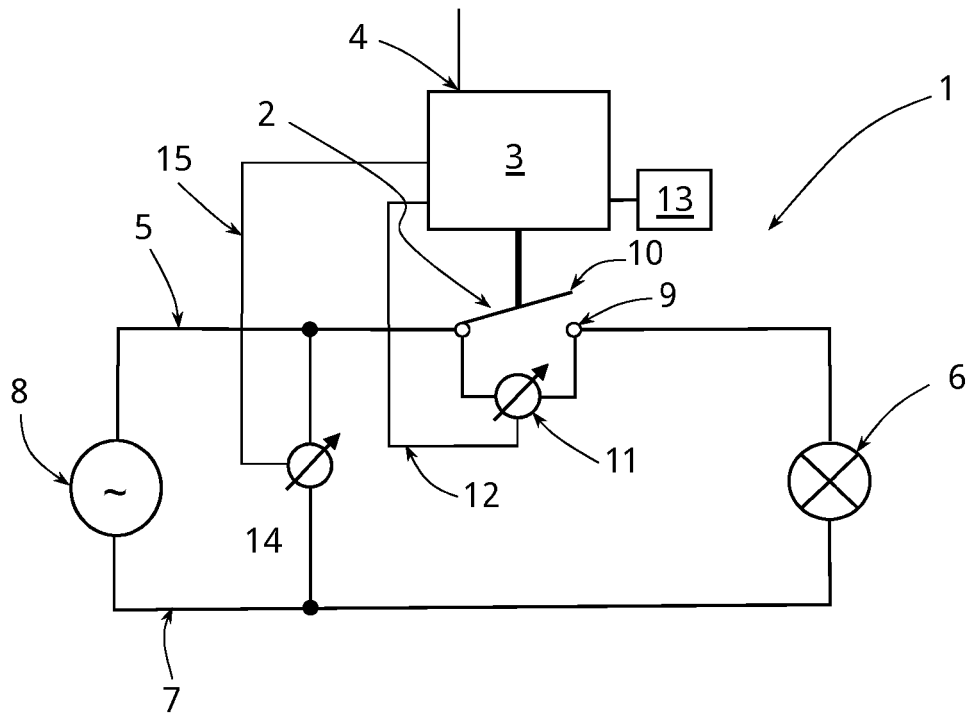


Fig. 1

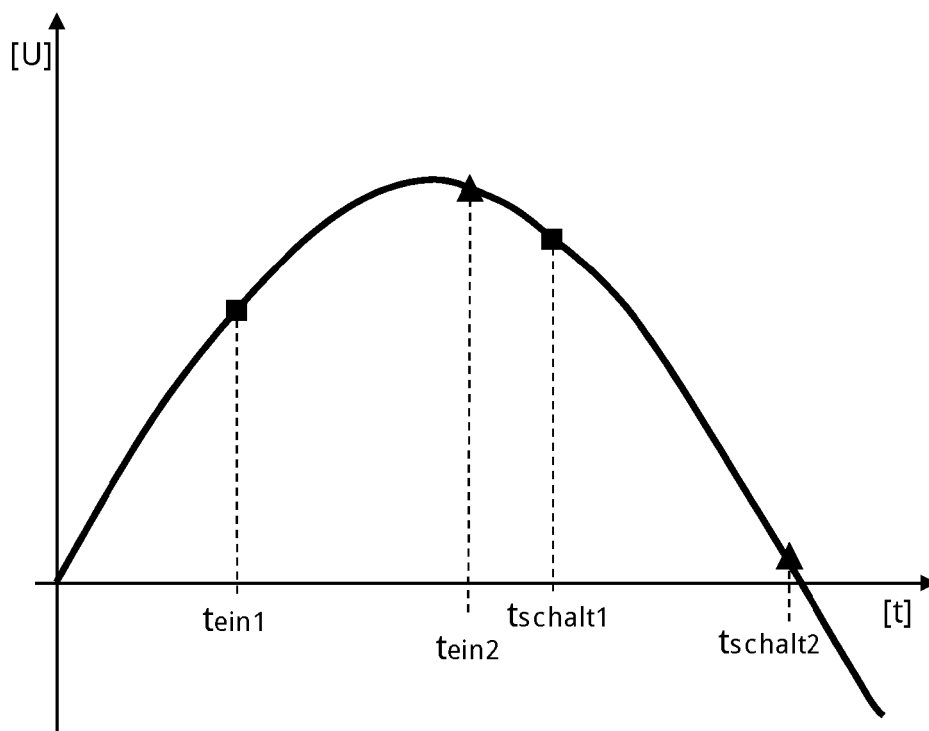


Fig. 2

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

- DE 29701352 U1 [0003]
- EP 0997921 A1 [0005]
- DE 102005051762 A1 [0005]
- EP 2107585 A2 [0005]
- US 20170229269 A1 [0005]
- US 20030235017 A1 [0006]
- FR 2791466 [0007]