

(19)



(11)

EP 3 855 467 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

18.10.2023 Patentblatt 2023/42

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

H01H 9/56^(2006.01) H01H 47/18^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

H01H 9/56; H01H 47/18; H01H 2009/566

(21) Anmeldenummer: **21152556.3**

(22) Anmeldetag: **20.01.2021**

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ANSTEUERUNG EINES RELAIS

METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A RELAY

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE COMMANDE 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: **27.01.2020 DE 102020200944**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

28.07.2021 Patentblatt 2021/30

(73) Patentinhaber: **E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH**

75038 Oberderdingen (DE)

(72) Erfinder:

- **Engelhardt, Patrick**
75038 Oberderdingen (DE)
- **Krämer, Eduard**
76646 Bruchsal (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**

Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB
Kronenstraße 30
70174 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A2-2005/074321 DE-A1-102005 051 762
US-A1- 2005 012 505 US-A1- 2017 229 269

EP 3 855 467 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

Anwendungsgebiet und Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung eines Relais mit Relaiskontakt, vorzugsweise eines üblichen Relais. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung, die zur Durchführung dieses Verfahrens ausgebildet ist und die das Relais aufweist, vorzugsweise auch eine von dem Relais an eine Schalt-Spannung anzuschließende Last sowie Anschlüsse an eine Steuerung, um das Relais anzusteuern, die vorzugsweise einen Mikrocontroller aufweist.

[0002] Aus der DE 19916778 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung der Schaltvorgänge von Lastschaltern bekannt, beispielsweise eines Schützes. Dabei wird der Stromfluss überwacht.

[0003] Ein weiteres Verfahren zum verbesserten Herstellen einer Schaltverbindung ist aus der DE 102005051762 A1 bekannt. Dabei können eine Einschaltverzögerung und eine Ausschaltverzögerung erfasst werden.

[0004] Aus der US 2017/229269 A1 sind ein Verfahren und ein System zur Steuerung des Zeitpunkts einer Aktivierung eines Relais bekannt. Dabei werden Spannung bzw. Strom an einem Relais überwacht. Um möglichst im Spannungsnulldurchgang schalten zu können, wird eine Schaltverzögerung erfasst. Ein Signal zum Schalten des Relais wird um die erfasste Schaltverzögerung versetzt erzeugt, damit dann möglichst im Spannungsnulldurchgang geschaltet wird.

[0005] Aus der US 2005/012505 A1 ist es bekannt, einen Schaltvorgang an einem Relais zu beeinflussen, wofür ein Mikrocontroller verwendet wird. Dabei kann der Mikrocontroller das Relais derart ansteuern, dass bei Vorliegen einer bestimmten Spannung geschaltet wird, beispielsweise im Nulldurchgang der Spannung.

[0006] Aus der WO 2005/074321 A2 ist ein Kochfeld als Elektrohaushaltsgerät bekannt, bei dem eine Leistung von Heizeinrichtungen für Kochstellen mittels Relais geschaltet wird. Zum Ansteuern der Relais ist eine Steuerung mit einem Mikrocontroller vorgesehen. Damit können diese Relais wie gewünscht geschaltet werden, insbesondere zum Takten der Heizeinrichtungen. Dabei geht es um möglichst stromloses Schalten von Relais, allerdings nicht unbedingt um ein Schalten in einem Nulldurchgang der Spannung.

[0007] Schwierig ist die Verbesserung einer solchen Ansteuerung eines Relais im praktischen Betrieb mit geringem Aufwand und hoher Sicherheit im Betrieb.

Aufgabe und Lösung

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein eingangs genanntes Verfahren sowie eine eingangs genannte Vorrichtung ausgebildet zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit denen Probleme des Standes der Technik gelöst werden können und es insbeson-

dere möglich ist, ein Relais sicher und zuverlässig ansteuern zu können sowie ein Öffnen oder Schließen des Relaiskontakts möglichst im Schalt-Spannungsnulldurchgang zu erreichen, wobei vorzugsweise der konstruktive Aufwand klein bleiben sollte.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10. Vorteilhafte sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Dabei werden manche der Merkmale nur für das Verfahren oder nur für die Vorrichtung beschrieben. Sie sollen jedoch unabhängig davon sowohl für ein Verfahren als auch für eine Vorrichtung selbständig und unabhängig voneinander gelten können. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0010] Für das Verfahren ist vorgesehen, dass folgende Schritte durchgeführt werden. Allgemein wird ein Schalten als ein Öffnungsvorgang oder als ein Schließvorgang an dem Relais zeitlich erfasst hinsichtlich genauem Öffnen und genauem Schließen des Relaiskontakts im Vergleich zu einem Schalt-Spannungsnulldurchgang einer zu schaltenden Schalt-Spannung. Vorteilhaft wird also die zu schaltende Schalt-Spannung überwacht und ebenso wird überwacht, ob der Relaiskontakt geöffnet oder geschlossen ist. Dies wird als Stopp oder als Start eines Schalt-Stromflusses ermittelt, was somit auch indirekt mittels Überwachung der Spannungsänderung erfasst bzw. überwacht wird. Die Dauer zwischen einem Ansteuern des Relais mit einem Schalt-auslösesignal und einem tatsächlichen Öffnen oder Schließen des Relaiskontakts wird als Schaltverzögerung bezeichnet und erfasst bzw. ermittelt. Sie kann in der Praxis wenige Millisekunden betragen. Bei einer Frequenz der zu schaltenden Schalt-Spannung bei 230 V von 50 Hz als normale Netzfrequenz dauert eine Halbwelle 10 msec. Vorzugsweise liegt die Schaltverzögerung also unter der Dauer einer Halbwelle.

[0011] Die von dem Relais zu schaltende Schalt-Spannung wird also überwacht bzw. erfasst, vorzugsweise permanent. Das Relais wird nach Freigabe eines Befehls zum Schalten mit einem Schalt-auslösesignal angesteuert, um zu schalten bzw. um den Relaiskontakt zu öffnen oder zu schließen. Allerdings wird das Relais mit dem Schalt-auslösesignal vor dem oder einem Schalt-Spannungsnulldurchgang angesteuert, und zwar um die genannte Schaltverzögerung zeitlich nach vorne versetzt bzw. zeitlich früher als ein Schalt-Spannungsnulldurchgang kommt bzw. als der nächste oder folgende Schalt-Spannungsnulldurchgang folgt. Sollte die Dauer der Schaltverzögerung über der Dauer einer Halbwelle liegen, so wird nach Ansteuern des Relais erst beim übernächsten Schalt-Spannungsnulldurchgang der Öffnungsvorgang oder der Schließvorgang durchgeführt mit tatsächlichem Öffnen oder Schließen des Relaiskontakts.

[0012] Dann wird der tatsächlich durchgeführte Schaltzeitpunkt, also wenn der Relaiskontakt geöffnet oder geschlossen ist und der Schalt-Stromfluss stoppt oder gestartet ist, erfasst. Zusätzlich wird der Schalt-Spannungsnulldurchgang erfasst. Der tatsächlich durchgeführte Schaltzeitpunkt und der Schalt-Spannungsnulldurchgang werden dann in Relation zueinander gesetzt bzw. es wird überprüft, ob der tatsächliche Schaltzeitpunkt vor oder nach dem Schalt-Spannungsnulldurchgang erfolgt ist. Hierbei wird eine sogenannte Schaltdifferenz ermittelt als Dauer, wobei der tatsächliche Schaltzeitpunkt eben um diese Schaltdifferenz vor oder nach dem Schalt-Spannungsnulldurchgang lag bzw. zu spät oder zu früh erfolgt ist. Nur wenn die Schaltdifferenz Null wäre und der tatsächliche Schaltzeitpunkt zeitlich mit dem Schalt-Spannungsnulldurchgang erfolgt wäre, wäre das gewünschte optimale Schalten erfolgt. Für ein nachfolgendes gleichartiges Schalten wird die Schaltverzögerung mit dieser Schaltdifferenz korrigiert. Gleichartiges Schalten bedeutet hier Ausschalten oder Einschalten bzw. ein Öffnungsvorgang oder ein Schließvorgang. Bei der Korrektur wird die Schaltdifferenz zur Schaltverzögerung addiert, falls der tatsächliche Schaltzeitpunkt eben um die Schaltdifferenz zu spät war bzw. mit dieser Dauer erst nach dem Schalt-Spannungsnulldurchgang erfolgt ist. War der tatsächliche Schaltzeitpunkt vor dem Schalt-Spannungsnulldurchgang bzw. um diese Dauer der Schaltdifferenz zu früh, so wird die Schaltdifferenz von der Schaltverzögerung abgezogen. Für das nachfolgende gleichartige Schalten kann dann von einer erheblich geringeren Schaltdifferenz bzw. einem erheblich geringeren Unterschied zwischen tatsächlichem Schaltzeitpunkt und Schalt-Spannungsnulldurchgang ausgegangen werden, im Idealfall liegen sie genau beieinander.

[0013] Bei der Erfindung wird ein Mikrocontroller verwendet, um das Schalten bzw. den Öffnungsvorgang und den Schließvorgang sowie auch den Schalt-Spannungsnulldurchgang zu erfassen. Darin können auch verschiedene vorgenannte Werte darin abgespeichert werden. Vorteilhaft werden die Signale am Mikrocontroller digital erfasst, also an einem A/D-Eingang, und darin umgesetzt bzw. verarbeitet.

[0014] Somit ist es mit der Erfindung möglich, dass ein Schalten möglichst genau im Schalt-Spannungsnulldurchgang erfolgt. Eine Anpassung an unterschiedliche Relais sowie auch an ein möglicherweise unterschiedliches Schaltverhalten beim Öffnungsvorgang und beim Schließvorgang ist somit einfach möglich.

[0015] Um ein Relais beim Schalten bzw. dessen Relaiskontakt möglichst zu schonen, kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Korrektur der Schaltdifferenz so genau erfolgt, dass in einem zeitlichen Bereich von $\pm 0,4$ msec um den Schalt-Spannungsnulldurchgang herum geschaltet wird. Dies wird als ausreichend angesehen, um einen Lichtbogen beim Schalten zu vermeiden, so dass ein Relaiskontakt erheblich länger hält bzw. verwendbar ist. Bei dem genannten Schaltbereich von \pm

0,4 msec um den Schalt-Spannungsnulldurchgang herum ist dies gewährleistet.

[0016] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung werden bei dem Schalten bzw. bei dem Verfahren ohmsche Lasten geschaltet. Vorzugsweise werden ausschließlich ohmsche Lasten geschaltet, da hier Strom und Spannung genau phasengleich sind. Dies erleichtert das Verfahren deutlich.

[0017] In Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die möglichen Schaltverzögerungen separat erfasst werden. Somit können eine Schließen-Schaltverzögerung und eine Öffnen-Schaltverzögerung separat für jeweils den Schließvorgang und den Öffnungsvorgang ermittelt werden. Diese beiden Verzögerungen müssen nicht zwingend gleich sein und können um bis zu 50% oder bis zu 70% voneinander abweichen. Der Öffnungsvorgang geht in der Regel schneller als der Schließvorgang. Dies ist einer der Gründe, warum die beiden Schaltverzögerungen separat erfasst und verwendet werden.

[0018] Bei dem Verfahren kann vorgesehen sein, dass das Relais nach Freigabe eines Befehls zum Schalten bzw. nach Ansteuern mit dem Schaltauslösesignal um die Schaltverzögerung zeitlich nach vorne versetzt bzw. um die Dauer der Schaltverzögerung früher als ein folgender Schalt-Spannungsnulldurchgang angesteuert wird. Somit erfolgt ein Schalten innerhalb einer Dauer einer Halbwelle der Schalt-Spannung und nach einem letzten erfassten Schalt-Spannungsnulldurchgang. Eine alternative Berechnung kann vorsehen, dass die Dauer der Schaltverzögerung von der Dauer einer Halbwelle abgezogen wird und um diese Differenz oder Schalt-Zeit nach dem Schalt-Spannungsnulldurchgang das Relais mit dem Schaltauslösesignal angesteuert wird, so dass tatsächlich möglichst im darauffolgenden Schalt-Spannungsnulldurchgang geschaltet wird. Im Ergebnis ist dies dasselbe.

[0019] Bei der Erfindung werden ein Schließvorgang und ein Öffnungsvorgang jeweils abwechselnd am Ende einer positiven Halbwelle und am Ende einer negativen Halbwelle der Schalt-Spannung durchgeführt. Dies bedeutet, dass das Schließen jeweils abwechselnd nach Ende einer positiven Halbwelle und dann einer negativen Halbwelle und dann wieder einer positiven Halbwelle erfolgt. Ebenso erfolgt das Öffnen jeweils abwechselnd nach Ende einer positiven Halbwelle und dann einer negativen Halbwelle. Damit kann eine sogenannte Materialabwanderung am Relaiskontakt reduziert werden, welche den Relaiskontakt auf Dauer schädigen würde. Jeder gleichartige Schließvorgang und jeder gleichartige Öffnungsvorgang wird somit mit jeweils direkt abwechselnder Stromrichtung durchgeführt, wodurch eben diese genannte Materialabwanderung reduziert oder vermieden wird.

[0020] In der Praxis kann für ein Verfahren vorgesehen sein, dass nach einem ersten Einschalten eines elektrischen Geräts, welches das Relais enthält, dieses Relais einmal beliebig geschaltet wird zu einem beliebigen Zeit-

punkt, insbesondere genau einmal zu einem beliebigen Zeitpunkt geschaltet wird. So kann eine Dauer der Schaltverzögerung dieses Relais grob erfasst werden als Erst-Schaltverzögerung. Anschließend wird beim nächsten Schalten des Relais, in der Regel ein Schließvorgang, diese Erst-Schaltverzögerung verwendet als Dauer zum Auslösen des Schaltauslösesignals am Relais vor einem Schalt-Spannungsnulldurchgang. Dann wird wie zuvor erläutert die Schaltdifferenz erfasst als zeitlicher Unterschied zwischen tatsächlichem Schaltzeitpunkt und Schalt-Spannungsnulldurchgang. Damit wird die Erst-Schaltverzögerung wie vorbeschrieben korrigiert und eine Schaltverzögerung erhalten, die anstelle der Erst-Schaltverzögerung für den weiteren Betrieb des elektrischen Geräts mit Einschalten des Relais verwendet wird. Für einen nachfolgenden Öffnungsvorgang des Relais wird dann diese korrigierte Schaltverzögerung des Relais verwendet. Da, wie zuvor erläutert worden ist, das Öffnen und das Schließen des Relaiskontakts unterschiedlich schnell erfolgen kann, wird hier wieder eine merkbare Schaltdifferenz zwischen tatsächlichem Schaltzeitpunkt und Schalt-Spannungsnulldurchgang auftreten. Mit dieser Schaltdifferenz wird die vorgenannte Schaltverzögerung korrigiert, um eine Öffnen-Schaltverzögerung zu erhalten. Beim nächsten Schalten des Relais als Schließvorgang, also wenn es geschlossen werden soll, wird dann erneut die Schaltdifferenz erfasst und damit die Schaltverzögerung korrigiert, um eine Schließen-Schaltverzögerung zu erhalten. Mit diesen beiden Schaltverzögerungen kann dann das weitere Ansteuern des Relais erfolgen.

[0021] Es kann vorgesehen sein, dass die Schaltverzögerung nur in bestimmten Abständen korrigiert wird mittels einer erfassten Schaltdifferenz, beispielsweise bei jedem fünften, jedem zehnten oder jedem fünfzigsten Schalten und nicht bei jedem Schalten. Alternativ und vorteilhaft wird die Schaltverzögerung aber für jedes Schalten bzw. jeden nachfolgenden Öffnungsvorgang und Schließvorgang des Relais korrigiert. Eigentlich sollte sich nach zwei- oder dreimaligem Korrigieren keine oder keine nennenswerte Schaltdifferenz mehr ergeben, zumindest keine oberhalb der vorgenannten 0,4 msec. Dennoch ist es unter Umständen möglich, dass sich durch Erwärmen des Relais eine Schaltverzögerung etwas ändert.

[0022] In möglicher weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann eine Schaltverzögerung früheren Schaltens, insbesondere in den ersten Betriebsstunden des elektrischen Geräts mit dem Relais darin, abgespeichert werden. Vorteilhaft erfolgt dies sowohl für einen Öffnungsvorgang als auch für einen Schließvorgang. Für den Fall, dass aktuell erfasste Werte für die Schaltverzögerung um mehr als 20 %, alternativ um mehr als 30 % oder 40 %, davon abweichen, wird ein Fehlerfall an dem Relais oder an einer Ansteuerung für das Relais erkannt. Ein solcher Fehlerfall kann einer Bedienperson optisch und/oder akustisch signalisiert werden. Unter Umständen kann sogar vorgesehen sein, dass ein Schließvor-

gang des Relais verhindert wird, so dass sein Einschalten an dem elektrischen Gerät gar nicht erst erfolgt. Ein solches Abweichen aktuell erfasster Werte für die Schaltverzögerung um mehr als den vorgenannten Anteil, insbesondere wenn die aktuell erfasste Schaltverzögerung entsprechend länger dauert, ist ein starker Hinweis auf einen Fehler am Relais mit möglicher Gefahr eines plötzlichen Versagens, so dass das Relais beispielsweise nicht mehr öffnen kann. Deswegen sollte es gar nicht erst eingeschaltet werden.

[0023] Es ist möglich, dass bei dem Mikrocontroller pro Sekunde zwischen 1.000 und 20.000 Messpunkte verwendet werden als Sampling-Frequenz. Bevorzugt sind dies zwischen 5.000 und 8.000 Messpunkte. Dies führt dazu, dass etwa alle 150 μ sec oder alle 160 μ sec gemessen wird bzw. zwischen zwei Messpunkten dieser zeitliche Abstand liegt. Dies liegt gut unterhalb der vorgenannten angestrebten 0,4 msec als gewünschte Obergrenze für einen zeitlichen Abstand zum Schalt-Spannungsnulldurchgang. Bei der Verwendung des Mikrocontrollers kann eine digitale Erfassung an die Sense-Line des Mikrocontrollers erfolgen. Der Mikrocontroller bewirkt dann das Ansteuern des Relais mit dem Schaltauslösesignal.

[0024] Ein elektrisches Gerät, das zur Durchführung des Verfahrens ausgebildet ist, ist vorteilhaft ein Elektrohaushaltsgerät bzw. ein Kochgerät. Somit ist das Verfahren in dessen Steuerung mit einem Mikrocontroller integriert, beispielsweise in einem Kochfeld. Vorteilhaft ist das Verfahren für das Schalten jeglicher Art von ohmscher Last verwendbar, auch bei einem Backofen oder zum Einsatz in der Industrie.

[0025] Die Unterteilung der Anmeldung in einzelne Abschnitte sowie Zwischen-Überschriften beschränken die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0026] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische vereinfachte Darstellung eines Kochfelds zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer Steuerung als erfindungsgemäßer Vorrichtung,
- Fig. 2 eine Darstellung einer Verschaltung in der Steuerung mit Taktrelais und Trennrelais,
- Fig. 3 einen weiteren Teil der Verschaltung mit Anschluss der Schaltung aus Fig. 2 an einen Mikrocontroller der Steuerung,
- Fig. 4 einen zeitlichen Verlauf der Schalt-Spannung, eines Ansteuersignals für eines der Relais sowie eines Kontrollsignals zum ersten Ermitteln der Schaltverzögerungen,
- Fig. 5 den zeitlichen Verlauf der Schalt-Spannung mit Anwendung der ermittelten Schaltverzögerun-

gen, um möglichst im Schalt-Spannungsnull-durchgang zu schalten und
 Fig. 6 eine vergrößerte Darstellung des Schaltbereichs und der Schaltdifferenz.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0027] In der Fig. 1 ist schematisch und vereinfacht ein Kochfeld 11 dargestellt mit einer Kochfeldplatte 12. Unter der Kochfeldplatte 12 sind beispielhaft zwei Heizeinrichtungen 13a und 13b angeordnet, die hier als bekannte und übliche Strahlungsheizeinrichtungen ausgebildet sind. Sie sind damit Widerstandsheizkörper und stellen somit eine ausschließlich ohmsche Last dar. Über der rechten Heizeinrichtung 13a ist ein Topf 14 auf die Kochfeldplatte 12 aufgesetzt, um beheizt zu werden.

[0028] Das Kochfeld 11 weist eine Steuerung 16 auf, um damit bedient zu werden, insbesondere um die Heizeinrichtungen 13a und 13b im Betrieb mit Leistung zu versorgen. Die Steuerung 16 weist an der Unterseite der Kochfeldplatte 12 eine Bedieneinrichtung 18 auf, vorteilhaft ausgebildet mit Bedienelementen in Form von Berührungsschaltern und Anzeigen in Form von LED oder beleuchteten Displays. Des Weiteren weist die Steuerung 16 einen Mikrocontroller 20 als sogenannte Intelligenz auf. Der Mikrocontroller 20 steuert Taktrelais 22a und 22b an, die jeweils die Schalt-Spannung für die Heizeinrichtungen 13a und 13b schalten und somit die Leistungsversorgung übernehmen. Des Weiteren sind ein Trennrelais 23 vorgesehen sowie ein Schaltnetzteil 28, möglicherweise ausgebildet als Switched Mode Power Supply. Zur Stromversorgung weist die Steuerung 16 ein Anschlusskabel 25 mit einem Stecker 26 am freien Ende auf als Netzanschluss an 230 V/50 Hz. Dies steht stellvertretend für den elektrischen Anschluss des Kochfelds 11, der normalerweise in einer Anschlussdose erfolgt.

[0029] In der Fig. 2 ist ein Schaltbild dargestellt mit einem Leiter L und einem Null-Leiter der Schalt-Spannung U, die quasi dem Anschlusskabel 25 entsprechen. Der Leiter L geht an ein Trennrelais 23, welches im Wesentlichen dazu dient, in Notfällen geöffnet zu werden und das Kochfeld 11 auszuschalten, beispielsweise weil ein schwerwiegender Fehler erkannt worden ist. Ein solcher Schaltvorgang ist sehr selten. Ansonsten schaltet das Trennrelais 23 nur im stromfreien Zustand, so dass dessen Ansteuerung bzw. Schaltverhalten für das Thema der vorliegenden Anmeldung unkritisch ist. An das Trennrelais 23 im oberen Zweig ist ein Widerstand R1 einer oberen Verschaltung angeschlossen. Mittels zweier Dioden liegt das Signal hinter dem Widerstand R1 zwischen Masse und dem Potenzial des Null-Leiters N. Gegen Masse sind dann ein weiterer Widerstand R2 und eine Kapazität C1 parallelgeschaltet. Das daran anliegende Signal S_DLB wird benötigt, insbesondere für einen dynamischen Lastausgleich.

[0030] Im unteren Zweig des Null-Leiters N ist das Taktrelais 22 angeordnet. Im unteren Zweig sind außerdem ein Widerstand R3 und daran wiederum eine Diodenver-

schaltung ähnlich wie im oberen Zweig vorgesehen. Des Weiteren ist der untere Zweig mit einer Kapazität C2 an Masse angeschlossen und mit einem Widerstand R4 an den Null-Leiter N bzw. dessen Potenzial. Hier kann ein Signal S_Takt abgegriffen werden.

[0031] Vor allem aber ist zwischen den beiden Zweigen hinter dem Taktrelais 22 und dem Trennrelais 23 eine Heizeinrichtung 13 als ohmsche Last geschaltet. Sind beide Relais 22 und 23 geschlossen, so ist die Heizeinrichtung 13 an die Schalt-Spannung angeschlossen und wird damit betrieben bzw. heizt. Zum Einstellen einer bestimmten Leistung im Taktverfahren, wie dies für Strahlungsheizeinrichtungen in einem Kochfeld üblich ist, steuert der Mikrocontroller 20 anhand einer Leistungsvorgabe einer Bedienerperson an der Bedieneinrichtung 18 oder anhand eines Kochprogramms das Taktrelais 22 an zum Öffnen und zum Schließen seines Relaiskontakts. Das Taktrelais 22 schaltet also die Schalt-Spannung zwischen L und N. Das Trennrelais 23 ist dabei stets geschlossen. Es wird vom Mikrocontroller 20 nur in einem vorgenannten schwerwiegenden Störfall geöffnet.

[0032] In der Fig. 3 ist nun dargestellt, wie das Schaltnetzteil 28 ebenfalls an den Null-Leiter und an den Leiter L entsprechend der Schalt-Spannung angeschlossen ist. Das Schaltnetzteil 28 versorgt den Mikrocontroller 20 auf übliche Art und Weise mit einer Versorgungsspannung. Diese kann unterschiedlich gewählt sein, beispielsweise 3,3 V oder 5 V betragen, abhängig davon, wie der Mikrocontroller 20 ausgelegt ist. Hinter dem Schaltnetzteil ist zu sehen, dass der obere Zweig auf dem Potential des Null-Leiters N liegt, während Masse gegenüber diesem Potential von N dann auf -3,3 V oder -5 V liegt. Somit ergibt sich eben die vorgenannte Versorgungsspannung am Mikrocontroller 20. Diese sozusagen negative Masse gilt natürlich auch für die Verschaltung der Fig. 2. Der Mikrocontroller 20 wiederum ist an das eine Trennrelais 23 sowie an die Taktrelais 22a und 22b angeschlossen sowie auch noch an weitere Taktrelais, falls diese vorhanden sind.

[0033] Die beiden Signale S_DLB und S_Takt werden ebenfalls in den Mikrocontroller 20 eingespeist, und zwar das Signal S_Takt an einer digitalen Senseline. Das Signal S_DLB ist auch zwingend erforderlich, da es für eine Null-Durchgangs-Erkennung notwendig ist. Die Signale dienen dazu, wie aus der Fig. 2 ersichtlich ist, dass der Mikrocontroller 20 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens einerseits die Schalt-Spannung U überwachen kann und andererseits sieht bzw. erfasst, wann das Taktrelais 22 schaltet bzw. wann dessen tatsächlich durchgeführter Schaltzeitpunkt erfolgt.

[0034] In der Fig. 4 ist nun über der Zeit t dargestellt der Verlauf für die Schalt-Spannung U, darunter für ein Schaltlösesignal und nochmals darunter für das Signal S_Takt. Die Schalt-Spannung U liegt hier bei 230 V und 50 Hz. Zu Beginn des Verfahrens schaltet der Mikrocontroller 20 das Taktrelais 22 mit einem Schaltlösesignal zu einem beliebigen Zeitpunkt 1, so dass das

Taktrelais schließt bzw. ein Schließvorgang an seinem Relaiskontakt stattfindet. Nach einer bestimmten Schließen-Schaltverzögerung SV_{on} , die hier beispielsweise 7 msec dauern kann, ist das Taktrelais bzw. dessen Relaiskontakt tatsächlich geschlossen und der Schalt-Stromfluss ist gestartet. Dies zeigt sich dann am Signal S_Takt , wenn dieses nämlich wieder auf 1 ist. Während des Schließvorgangs ist es auf Null.

[0035] Diese Schaltverzögerung SV_{on} wird von dem Mikrocontroller 20 erfasst und abgespeichert zur Verwendung beim nächsten Schließvorgang an dem Taktrelais 22.

[0036] Zu einem ohnehin geplanten Zeitpunkt des Öffnens des Taktrelais 22, beispielsweise weil dies wegen einer Leistungshöhe der Leistungsversorgung für die Heizeinrichtung 13 gewünscht ist, hier als Zeitpunkt 3, erzeugt der Mikrocontroller 20 ein Schaltlösesignal zum Öffnen des Taktrelais als Öffnungsvorgang am Relaiskontakt. Dies erfolgt beispielhaft im Nulldurchgang der Schalt-Spannung, was aber nicht so sein muss. Zum Zeitpunkt 4 ist dann nach einer Öffnen-Schaltverzögerung SV_{off} der Relaiskontakt tatsächlich geöffnet bzw. die Schalt-Spannung ist geschaltet, der Schalt-Stromfluss hat gestoppt. Diese Schaltverzögerung SV_{off} beträgt hier etwa 5 msec und ist damit etwas kürzer als die Schaltverzögerung beim Einschalten SV_{on} . Der Mikrocontroller 20 erfasst die Schaltverzögerung SV_{off} des Öffnungsvorgangs. Zum einen ist nun die Heizeinrichtung 13 ausgeschaltet. Zum anderen kann dies wiederum am Signal S_Takt erkannt werden. Diese Schaltverzögerung wird abgespeichert zur nächsten Verwendung.

[0037] Das Springen im Signal S_Takt beim tatsächlichen Schließen des Taktrelais resultiert aus dem Prallen des Relaiskontakts beim Schließvorgang. Dies wird nicht berücksichtigt.

[0038] In der Fig. 5 ist nun dargestellt, wie diese Schaltverzögerungen tatsächlich verwendet werden, beispielsweise schon genau beim nächsten Schalten am Taktrelais. Wenn für die Leistungsversorgung der Heizeinrichtung diese wieder eingeschaltet werden soll, so wird vor einem Nulldurchgang der Schalt-Spannung, hier von negativ zu positiv, nach vorne versetzt um die Schaltverzögerung SV_{on} ein Schaltlösesignal am Taktrelais erzeugt. Dieses kann in der Praxis auch leicht dadurch erreicht werden, dass der Mikrocontroller 20 von der Dauer einer Halbwelle diese Schaltverzögerung SV_{on} subtrahiert und sich dadurch eine Einschalt-Zeit t_{on} ergibt. Im entgegengesetzt gepolten Nulldurchgang der Schalt-Spannung U wartet der Mikrocontroller 20 also diese Einschalt-Zeit t_{on} nach dem Nulldurchgang von positiv zu negativ, um dann das Schaltlösesignal an das Taktrelais zu geben, also dessen Schalten zu bewirken. Dies ist wiederum der Zeitpunkt 1. Das Taktrelais beginnt also den Schließvorgang am Relaiskontakt, der nach einer bestimmten Dauer abgeschlossen ist, welche in etwa bei der vorgenannten Schaltverzögerung SV_{on} liegt. Der tatsächliche Schaltzeitpunkt wird nun im Signal S_Takt erkannt, wenn dieses nämlich wieder ansteigt. Dies ist hier

etwas vor dem gestrichelt dargestellten Nulldurchgang, aber immer noch innerhalb des gewünschten Schaltfensters SB, welches etwa 800 μ .sec betragen kann. Der Mikrocontroller 20 erkennt hier diese Schaltdifferenz zwischen dem tatsächlichen Schaltzeitpunkt und dem Schalt-Spannungsnulldurchgang, welche hier beispielsweise 200 μ .sec betragen kann. Das Taktrelais hat also zwar in dem Schaltbereich SB geschaltet, aber etwas vor dem tatsächlichen Schalt-Spannungsnulldurchgang, so dass die Schaltverzögerung korrigiert wird. Die genannte Schaltdifferenz wird von der Schaltverzögerung SV_{on} abgezogen, das Schaltlösesignal für den Schließvorgang wird also das nächste Mal etwas später ausgelöst bzw. die Einschalt-Zeit t_{on} wird entsprechend etwas länger, bis das Schaltlösesignal an das Taktrelais gegeben wird.

[0039] Nach einer gewissen Zeit soll der Mikrocontroller 20 das Taktrelais 22 wieder öffnen im Rahmen der Leistungsversorgung. Ein Schaltlösesignal für den Öffnungsvorgang soll also um die Schaltverzögerung SV_{off} vor einem Spannungsnulldurchgang, hier von negativ zu positiv, erzeugt werden bzw. an das Taktrelais 22 gegeben werden. Dazu zieht der Mikrocontroller 20 von der Dauer einer Halbwelle der Schalt-Spannung die Schaltverzögerung SV_{off} ab und erhält die Ausschalt-Zeit t_{off} . Nach dem entgegengesetzt gepolten Schalt-Spannungsnulldurchgang von positiv zu negativ wird also die Ausschalt-Zeit t_{off} gewartet und dann das Schaltlösesignal zum Öffnen des Relaiskontakts erzeugt zum Zeitpunkt 3.

[0040] Nach Ablauf der Schaltverzögerung SV_{off} zum Zeitpunkt 4 wird der Relaiskontakt geöffnet bzw. ist tatsächlich geöffnet und der Schalt-Stromfluss stoppt. Dieses Schalten kann auch im Signal S_Takt erkannt werden, es liegt ebenfalls innerhalb des gewünschten Schaltbereichs SB. Allerdings liegt der tatsächliche Schaltzeitpunkt etwas vor dem Schalt-Spannungsnulldurchgang, wodurch sich wieder eine Schaltdifferenz ergibt. Diese Schaltdifferenz wird von der Schaltverzögerung SV_{off} abgezogen, die somit kürzer wird, so dass das Schaltlösesignal beim nächsten Öffnungsvorgang etwas später erzeugt wird bzw. weniger lange vor dem Schalt-Spannungsnulldurchgang, die Ausschalt-Zeit t_{off} wird dadurch etwas länger. Wäre der tatsächliche Schaltzeitpunkt etwas nach dem Schalt-Spannungsnulldurchgang, so würde die entstehende Schaltdifferenz zur Schaltverzögerung aufaddiert werden, das Schaltlösesignal wird beim nächsten Öffnungsvorgang etwas früher erzeugt.

[0041] Die so korrigierten Schaltverzögerungen SV_{on} und SV_{off} werden beim nächsten Schließvorgang und beim nächsten Öffnungsvorgang verwendet. Dann kann auch wieder die jeweilige Schaltdifferenz erfasst werden und damit eine erneute Korrektur der Schaltverzögerungen SV_{on} und SV_{off} erfolgen. Des Weiteren kann der Mikrocontroller 20 berücksichtigen, dass der nächste Schließvorgang und auch der nächste Öffnungsvorgang beim entgegengesetzt gepolten Schalt-Spannungsnulldurchgang

durchgang erfolgen, also jeweils von positiv zu negativ. Dann wird eben möglicherweise eine Halbwelle später geschaltet, was aber für die Leistungsversorgung keinen nennenswerten Unterschied bzw. kein Problem darstellt.

[0042] In der Fig. 6 ist stark vergrößert entsprechend Fig. 5 dargestellt, wie nach Ablauf der Schaltverzögerung SV_{on} zum Zeitpunkt 2 tatsächlich geschaltet wird. Dies erfolgt etwas früher als der Schalt-Spannungsnulldurchgang, der gestrichelt dargestellt ist. Die Schaltdifferenz SD kann hier etwa 100 μ sec betragen und liegt noch gut innerhalb des Schaltbereichs SB bzw. der tatsächliche Schaltzeitpunkt liegt innerhalb dieses Schaltbereichs SB um den Schalt-Spannungsnulldurchgang herum. Die dargestellte Schaltdifferenz SD wird, wegen des tatsächlich etwas zu früh erfolgten tatsächlichen Schließvorgangs am Relais 22, zu der Schaltverzögerung SV_{on} addiert als vorgenannte Korrektur.

[0043] Die Besonderheit der Erfindung mit der einfachen Verschaltung gemäß den Fig. 2 und 3 sowie der einfachen Ansteuerung bzw. Beschaltung des Mikrocontrollers 20 zeigen, wie die Erfindung vorteilhaft realisiert werden kann. Der Beschaltungsaufwand gemäß Fig. 2 ist gering. Die vorbeschriebene fortlaufende Korrektur der Schaltverzögerungen SV_{on} und SV_{off} sorgt für einen tatsächlich durchgeführten Schaltzeitpunkt möglichst nahe am Schalt-Spannungsnulldurchgang, also mit geringem Schalt-Strom, zumindest in dem vorgenannten Schaltbereich SB von weniger als 1 msec bzw. weniger als 0,8 msec.

[0044] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass in dem Mikrocontroller 20 nicht nur die vorherige und die neue bzw. korrigierte Schaltverzögerung abgespeichert ist, sondern auch frühere Schaltverzögerungen. Vorteilhaft werden diese Schaltverzögerungen ab der ersten Inbetriebnahme des Kochfelds 11 abgespeichert, so dass sozusagen über einen sehr langen Zeitraum eine Historie der Dauer dieser Schaltverzögerungen erfasst werden kann. Dazu kann es ausreichen, wenn nicht jeder Wert für Schaltverzögerungen abgespeichert wird, sondern beispielsweise nur jede zehnte, jede fünfzigste oder jede hundertste Schaltverzögerung. Über einem Zeitraum von mehreren Monaten oder sogar mehreren Jahren des Betriebs des Kochfelds 11 kann dann überwacht werden, wie sich die Schaltverzögerung langfristig verhält. In der Regel wird sie wohl eher etwas zunehmen. Falls diese Zunahme aber zu stark wird oder sich das Tempo der Zunahme zu stark erhöht, beispielsweise bestimmte vorgegebene Grenzwerte überschreitet, kann von der Steuerung 16 bzw. vom Mikrocontroller 20 eine Art Warnung oder eine Aufforderung zum Austauschen eines bestimmten Taktrelais erzeugt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung eines Relais (22a, 22b) mit Relaiskontakt, wobei folgende Schritte durchgeführt werden:

- ein Schalten als ein Öffnungsvorgang oder als ein Schließvorgang an dem Relais (22a, 22b) wird zeitlich erfasst hinsichtlich genauem Öffnen oder Schließen des Relaiskontakts im Vergleich zu einem Schalt-Spannungsnulldurchgang einer zu schaltenden Schalt-Spannung (U),
 - die Dauer zwischen einem Ansteuern des Relais (22a, 22b) mit einem Schaltauslösesignal und einem tatsächlichen Öffnen oder Schließen des Relaiskontakts mit Stopp oder Start eines Schalt-Stromflusses wird als Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}) ermittelt,
 - die von dem Relais (22a, 22b) zu schaltende Schalt-Spannung (U) wird überwacht,
 - das Relais (22a, 22b) wird nach Freigabe eines Befehls zum Schalten um die Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}) zeitlich nach vorne versetzt vor einem folgenden Schalt-Spannungsnulldurchgang mit einem Schaltauslösesignal angesteuert zum Schalten,
 - der tatsächlich durchgeführte Schaltzeitpunkt wird erfasst zusätzlich zu dem Schalt-Spannungsnulldurchgang,
 - es wird überprüft, ob der tatsächliche Schaltzeitpunkt um eine Schaltdifferenz (SD) zu spät war oder zu früh war relativ zu dem Schalt-Spannungsnulldurchgang, wobei für ein nachfolgendes gleichartiges Schalten die Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}) mit der Schaltdifferenz (SD) korrigiert wird:

- durch Addieren der Schaltdifferenz (SD) zur Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}) falls der tatsächliche Schaltzeitpunkt um die Schaltdifferenz (SD) zu spät war relativ zu dem Schalt-Spannungsnulldurchgang, oder
 - durch Subtrahieren der Schaltdifferenz (SD) von der Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}), falls der tatsächliche Schaltzeitpunkt um die Schaltdifferenz (SD) zu früh war relativ zu dem Schalt-Spannungsnulldurchgang,

- wobei ein Mikrocontroller (20) verwendet wird zum Erfassen des Schaltens bzw. Öffnungsvorgangs und Schließvorgangs und des Schalt-Spannungsnulldurchgangs,

dadurch gekennzeichnet, dass:

ein Öffnungsvorgang und Schließvorgang jeweils abwechselnd am Ende einer positiven Halbwelle und am Ende einer negativen Halbwelle der Schalt-Spannung (U) durchgeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem zeitlichen Bereich von +/- 0,4 msec um den Schalt-Spannungsnulldurchgang

- geschaltet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem Schalten ohmsche Lasten (13a, 13b) geschaltet werden. 5
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schließen-Schaltverzögerung (SV_{on}) und eine Öffnen-Schaltverzögerung (SV_{off}) separat für jeweils den Schließvorgang und den Öffnungsvorgang ermittelt wird. 10
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Relais (22a, 22b) nach Freigabe eines Befehls zum Schalten um die Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}) zeitlich nach vorne versetzt vor einem folgenden Schalt-Spannungsnulldurchgang angesteuert wird zum Schalten innerhalb einer Dauer einer Halbwelle der Schalt-Spannung (U) und nach einem letzten erfassten Schalt-Spannungsnulldurchgang. 15 20
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einem ersten Einschalten eines elektrischen Geräts (11) mit dem Relais (22a, 22b) darin das Relais (22a, 22b) einmal beliebig geschaltet wird zu einem beliebigen Zeitpunkt, um eine Dauer (SD) der Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}) grob zu erfassen als Erst-Schaltverzögerung, wobei anschließend beim ersten Schalten des Relais (22a, 22b) diese Erst-Schaltverzögerung verwendet wird als Dauer zum Ansteuern des Relais (22a, 22b) mit dem Schaltauslösesignal vor einem Schalt-Spannungsnulldurchgang, wobei mit der dann erfassten Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}) weitergearbeitet wird anstelle der Erst-Schaltverzögerung für den weiteren Betrieb des elektrischen Geräts (11) mit Schalten des Relais (22a, 22b). 25 30 35 40
 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}) für jedes nachfolgende Schalten bzw. jeden nachfolgenden Öffnungsvorgang und Schließvorgang korrigiert wird. 45
 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}) früheren Schaltens sowohl für einen Öffnungsvorgang als auch für einen Schließvorgang abgespeichert werden, und für den Fall, dass aktuell erfasste Werte für die Schaltverzögerung (SV_{on} , SV_{off}) um mehr als 20% davon abweichen, ein Fehlerfall an dem Relais (22a, 22b) oder an einer Ansteuerung für das Relais (22a, 22b) erkannt wird und einer Bedienperson optisch und/oder akustisch signalisiert wird. 50 55
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** pro Sekunde zwischen 1.000 und 20.000 Messpunkte verwendet werden als Sample-Frequenz für den Mikrocontroller. 5
 10. Vorrichtung ausgebildet zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch:**
 - ein Relais (22a, 22b) mit Relaiskontakt,
 - eine von dem Relais (22a, 22b) an eine Schalt-Spannung (U) anzuschließende Last (13a, 13b),
 - Anschlüsse an eine Steuerung (16) zur Ansteuerung des Relais (22a, 22b),
 - einen Mikrocontroller (20), der an Signaleingängen beschaltet ist mit einem der Schalt-Spannung (U) entsprechenden Signal und einem dem tatsächlichen Öffnen oder Schließen des Relaiskontakts entsprechenden Signal.
 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung in einer Steuerung (16) in einem Elektrohaushaltsgerät bzw. in einem Kochgerät (11) integriert ist. 25

Claims

1. A method of driving a relay (22a, 22b) having a relay contact, wherein the following steps are performed:
 - a switching as an opening operation or as a closing operation on the relay (22a, 22b) is detected in time with respect to accurate opening or closing of the relay contact compared to a switching voltage zero crossing of a switching voltage (U) to be switched,
 - the duration between energizing the relay (22a, 22b) with a switching trigger signal and an actual opening or closing of the relay contact with stop or start of a switching current flow is detected as a switching delay (SV_{on} , SV_{off}),
 - the switching voltage (U) to be switched by the relay (22a, 22b) is monitored,
 - after release of a command for switching, the relay (22a, 22b) is triggered for switching with a switching release signal after being shifted forward in time by the switching delay (SV_{on} , SV_{off}) before a subsequent switching voltage zero crossing,
 - the actual switching time is detected in addition to the switching voltage zero crossing,
 - it is checked whether the actual switching time was too late or too early by a switching difference (SD) relative to the switching voltage zero crossing, the switching delay (SV_{on} , SV_{off}) being corrected with the switching difference (SD) for a

subsequent similar switching:

- by adding the switching difference (SD) to the switching delay (SV_{on} , SV_{off}) if the actual switching time was too late by the switching difference (SD) relative to the switching voltage zero crossing, or
- by subtracting the switching difference (SD) from the switching delay (SV_{on} , SV_{off}) if the actual switching time was too early by the switching difference (SD) relative to the switching voltage zero crossing,

- wherein a microcontroller (20) is used for detecting the switching or opening and closing operation and the switching voltage zero crossing,

characterized in that:

an opening operation and a closing operation are performed alternately at the end of a positive half-wave and at the end of a negative half-wave of the switching voltage (U), respectively.

2. Method according to claim 1, **characterized in that** switching takes place in a time range of +/- 0.4 msec around the switching voltage zero crossing.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** resistive loads (13a, 13b) are switched during the switching.
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a closing switching delay (SV_{on}) and an opening switching delay (SV_{off}) are determined separately for the closing operation and the opening operation, respectively.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the relay (22a, 22b), after release of a command for switching, is triggered with a time offset forward by the switching delay (SV_{on} , SV_{off}) before a following switching voltage zero crossing for switching within a duration of a half-wave of the switching voltage (U) and after a last detected switching voltage zero crossing.
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** after a first switching on of an electric apparatus (11) with the relay (22a, 22b) therein, the relay (22a, 22b) is switched once arbitrarily at an arbitrary time to roughly detect a duration (SD) of the switching delay (SV_{on} , SV_{off}) as an initial switching delay, wherein subsequently, at the first switching of the relay (22a, 22b), this first switching delay being subsequently used as the duration for activating the relay (22a, 22b) with the switching trigger signal before a switching voltage zero crossing, the then detected switching delay (SV_{on} , SV_{off}) being

used for further operation of the electrical apparatus (11) with switching of the relay (22a, 22b) instead of the first switching delay.

7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the switching delay (SV_{on} , SV_{off}) is corrected for each subsequent switching or each subsequent opening and closing operation.
8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a switching delay (SV_{on} , SV_{off}) of previous switching operations is stored both for an opening operation and for a closing operation, and in the event that currently detected values for the switching delay (SV_{on} , SV_{off}) deviate therefrom by more than 20%, a fault is detected at the relay (22a, 22b) or at a control for the relay (22a, 22b) and is signalled visually and/or acoustically to an operator.
9. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** between 1,000 and 20,000 measuring points are used per second as the sampling frequency for the microcontroller.
10. Device designed for carrying out the method according to one of the preceding claims, **characterized by:**
 - a relay (22a, 22b) with a relay contact,
 - a load (13a, 13b) to be connected by the relay (22a, 22b) to a switching voltage (U),
 - connections to a controller (16) for controlling the relay (22a, 22b),
 - a microcontroller (20) connected at signal inputs with a signal corresponding to the switching voltage (U) and a signal corresponding to the actual opening or closing of the relay contact.
11. The device according to claim 10, **characterized in that** the device is integrated in a controller (16) in a household electrical appliance or in a cooking appliance (11).

Revendications

1. Procédé de commande d'un relais (22a, 22b) avec contact de relais, les étapes suivantes étant exécutées:
 - une commutation en tant que processus d'ouverture ou en tant que processus de fermeture sur le relais (22a, 22b) est détectée dans le temps en ce qui concerne l'ouverture ou la fermeture précise du contact de relais par rapport à un passage par zéro de la tension de commutation d'une tension de commutation (U) à com-

muter,

- la durée entre une commande du relais (22a, 22b) avec un signal de déclenchement de commutation et une ouverture ou une fermeture effective du contact de relais avec arrêt ou démarrage d'un flux de courant de commutation est déterminée comme retard de commutation (SV_{on} , SV_{off}),

- la tension de commutation (U) à commuter par le relais (22a, 22b) est surveillée,

- après la libération d'un ordre de commutation, le relais (22a, 22b) est commandé pour la commutation avec un signal de déclenchement de commutation, décalé vers l'avant de la durée du retard de commutation (SV_{on} , SV_{off}), avant le passage à zéro suivant de la tension de commutation,

- l'instant de commutation effectivement réalisé est saisi en plus du passage par zéro de la tension de commutation,

- on vérifie si l'instant de commutation effectif était trop tard ou trop tôt d'une différence de commutation (SD) par rapport au passage par zéro de la tension de commutation, le retard de commutation (SV_{on} , SV_{off}) étant corrigé avec la différence de commutation (SD) pour une commutation suivante de même type:

- en ajoutant la différence de commutation (SD) au retard de commutation (SV_{on} , SV_{off}) si l'instant de commutation réel était trop tardif de la différence de commutation (SD) par rapport au passage par zéro de la tension de commutation, ou

- en soustrayant la différence de commutation (SD) du retard de commutation (SV_{on} , SV_{off}) si l'instant de commutation réel était trop précoce de la différence de commutation (SD) par rapport au passage par zéro de la tension de commutation,

- dans lequel un microcontrôleur (20) est utilisé pour détecter la commutation, l'ouverture et la fermeture et le passage par zéro de la tension de commutation,

caractérisé en ce que:

une opération d'ouverture et une opération de fermeture sont respectivement effectuées alternativement à la fin d'une demi-onde positive et à la fin d'une demi-onde négative de la tension de commutation (U).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la commutation est effectuée dans une plage temporelle de +/- 0,4 msec autour du passage par zéro de la tension de commutation.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** des charges ohmiques (13a, 13b) sont commutées lors de la commutation.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un retard de commutation de fermeture (SV_{on}) et un retard de commutation d'ouverture (SV_{off}) sont déterminés séparément pour l'opération de fermeture et l'opération d'ouverture respectivement.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, après validation d'une commande de commutation, le relais (22a, 22b) est commandé pour commuter en étant décalé vers l'avant du délai de commutation (SV_{on} , SV_{off}) avant un passage à zéro de la tension de commutation suivant, pendant une durée d'une demi-onde de la tension de commutation (U) et après un dernier passage à zéro de la tension de commutation détecté.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, après une première mise sous tension d'un appareil électrique (11) comportant le relais (22a, 22b), le relais (22a, 22b) est commuté une fois arbitrairement à un instant quelconque pour détecter grossièrement une durée (SD) du retard de commutation (SV_{on} , SV_{off}) comme premier retard de commutation, puis, lors de la première commutation du relais (22a, 22b), ce premier retard de commutation est utilisé comme durée pour commander le relais (22a, 22b) avec le signal de déclenchement de commutation avant un passage par zéro de la tension de commutation, le travail se poursuivant avec le retard de commutation (SV_{on} , SV_{off}) alors détecté au lieu du premier retard de commutation pour le fonctionnement ultérieur de l'appareil électrique (11) avec commutation du relais (22a, 22b).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le retard de commutation (SV_{on} , SV_{off}) est corrigé pour chaque commutation ou opération d'ouverture et de fermeture ultérieure.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un retard de commutation (SV_{on} , SV_{off}) d'une commutation précédente est mémorisé aussi bien pour une opération d'ouverture que pour une opération de fermeture, et **en ce que**, dans le cas où des valeurs actuellement saisies pour le retard de commutation (SV_{on} , SV_{off}) s'en écartent de plus de 20 %, un cas de défaut est détecté au niveau du relais (22a, 22b) ou d'une commande pour le relais (22a, 22b) et est signalé à un opérateur de manière optique et/ou acoustique.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes

tes, **caractérisé en ce qu'**entre 1000 et 20000 points de mesure par seconde sont utilisés comme fréquence d'échantillonnage pour le microcontrôleur.

5

- 10.** Dispositif conçu pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par:**

- un relais (22a, 22b) avec contact de relais, 10
- une charge (13a, 13b) à connecter par le relais (22a, 22b) à une tension de commutation (U),
- des connexions à une commande (16) pour commander le relais (22a, 22b),
- un microcontrôleur (20) connecté à des entrées de signal avec un signal correspondant à la tension de commutation (U) et un signal correspondant à l'ouverture ou à la fermeture effective du contact du relais. 15

20

- 11.** Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le dispositif est intégré dans une commande (16) dans un appareil électroménager ou dans un appareil de cuisson (11).

25

30

35

40

45

50

55

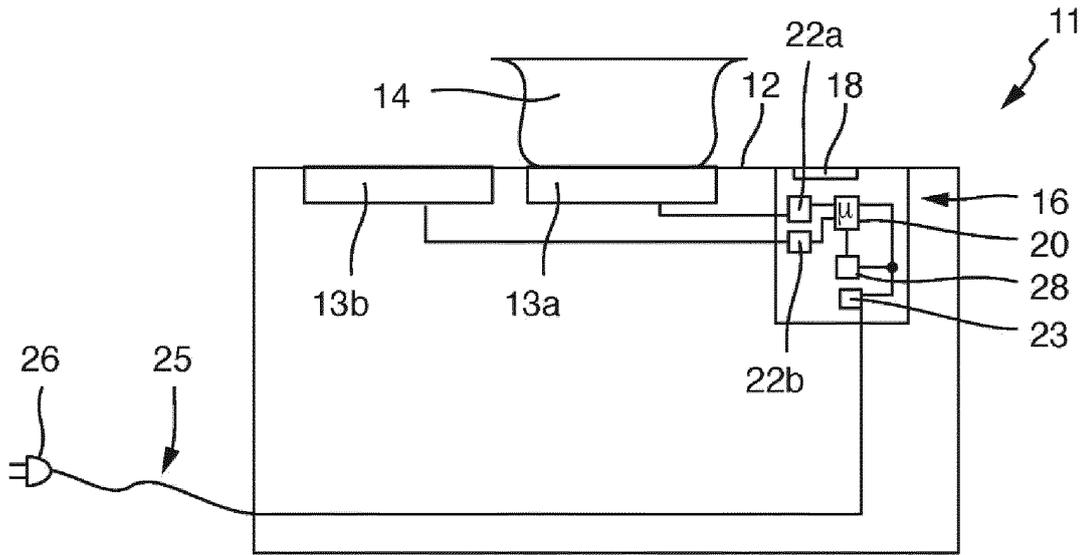


Fig. 1

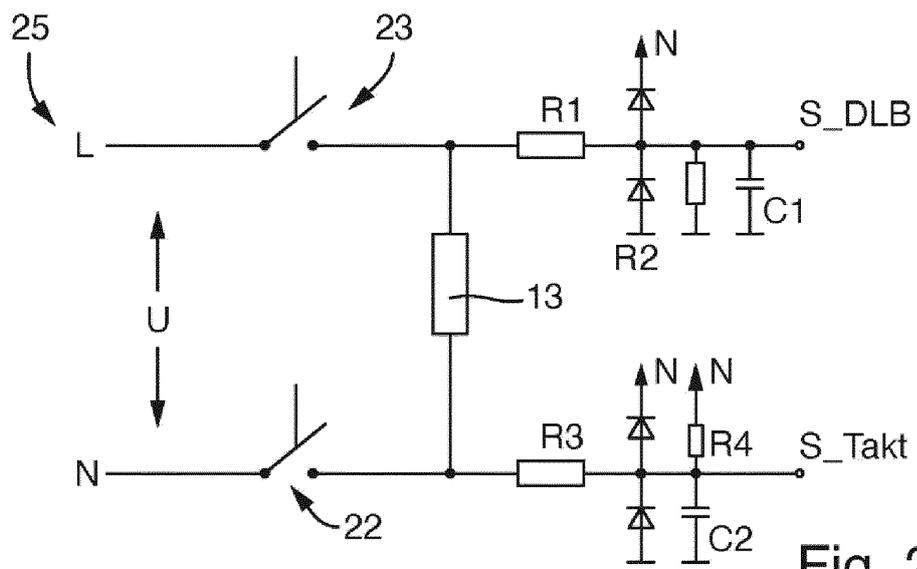


Fig. 2

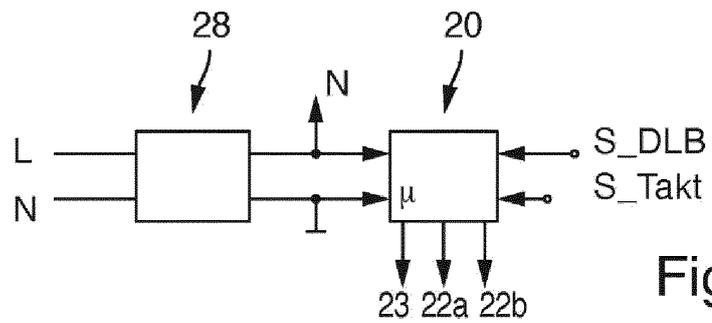


Fig. 3

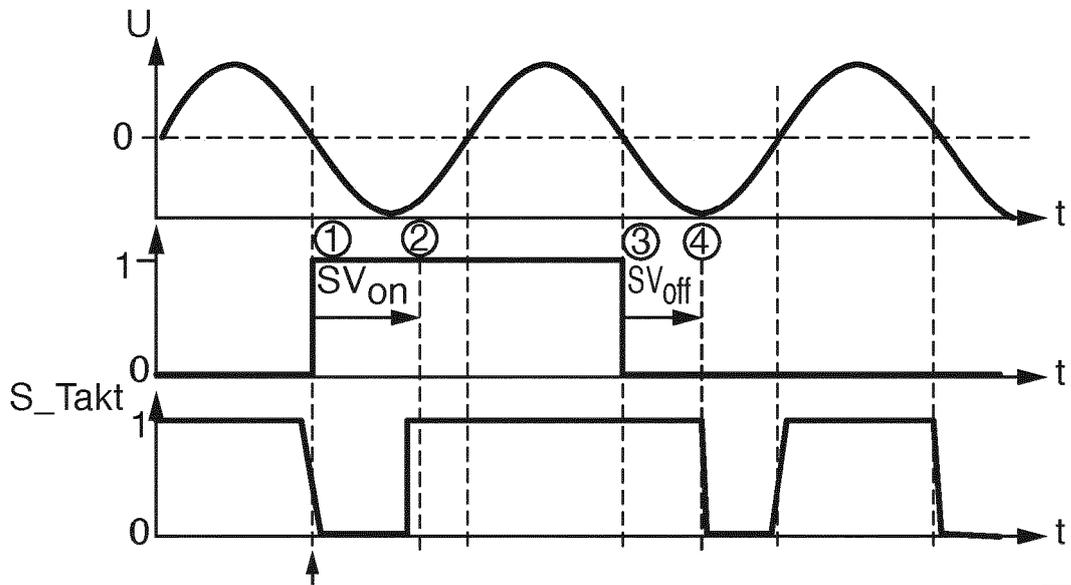


Fig. 4

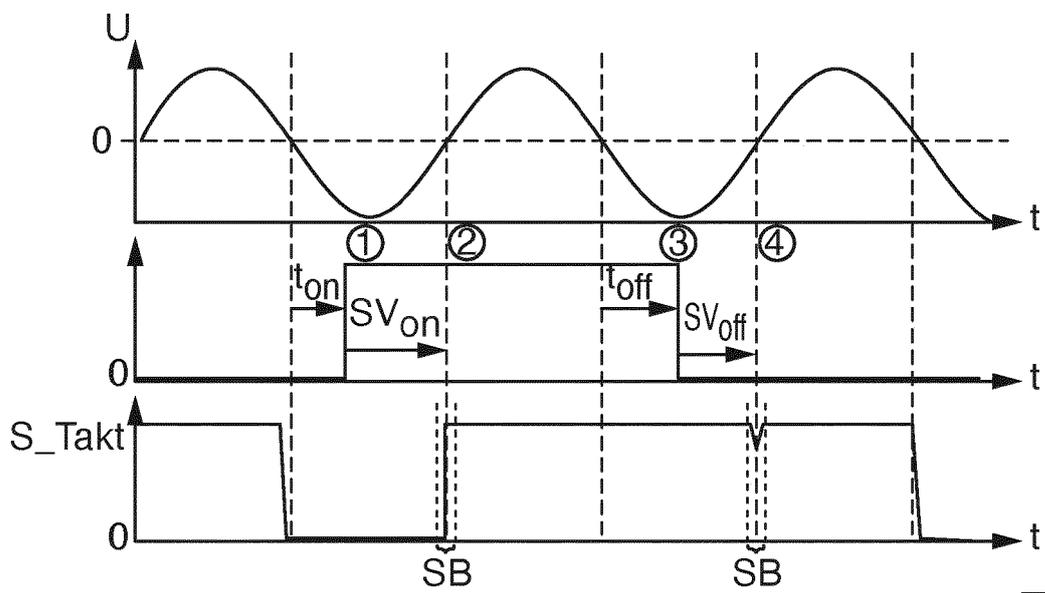


Fig. 5

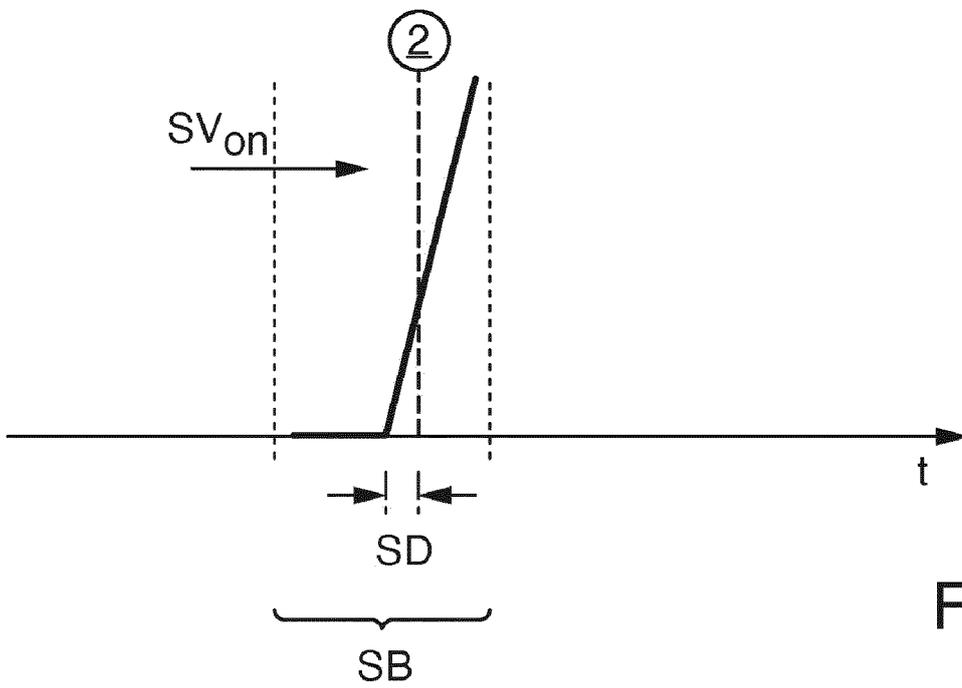


Fig. 6

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 19916778 A1 [0002]
- DE 102005051762 A1 [0003]
- US 2017229269 A1 [0004]
- US 2005012505 A1 [0005]
- WO 2005074321 A2 [0006]