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

(11) EP 0 575 792 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.04.1996 Patentblatt 1996/16

(51) Int Cl.[6]: **H01H 9/56**

(21) Anmeldenummer: **93108985.8**

(22) Anmeldetag: **04.06.1993**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Ansteuerung eines elektromagnetischen Schalters**

Method and device for driving an electromagnetic switch

Procédé et dispositif pour la commande d'un commutateur, électromagnétique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **17.06.1992 DE 4219834**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.12.1993 Patentblatt 1993/52

(73) Patentinhaber: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.**
D-80636 München (DE)

(72) Erfinder: **Konstanzer,Michael,Dipl.-Ing.(FH)**
D-79102 Freiburg (DE)

(74) Vertreter: **Schmitt, Hans, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Dipl.-Ing. H. Schmitt
Dipl.-Ing. W. Maucher
Dreikönigstrasse 13
D-79102 Freiburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-92/01324

- **IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS Bd. IA-21, Nr. 6, November 1985, NEW YORK US Seiten 1354 - 1358 PASSEY D.A. 'Arc suppression of a dc energized contactor under inductive load'**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 575 792 B1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben eines elektromagnetischen Schalters an einem Wechselstromnetz, wobei das Schließen der elektrischen Kontakte unter Berücksichtigung von Kennwerten des elektromagnetischen Schalters, im Bereich eines Nulldurchganges der Wechselspannung nach dem Einschalten erfolgt.

Beim Ein- und Ausschalten elektromagnetischer Schalter (Relais, Schütz) können durch sich ändernde Ankeranzugskräfte Unterschiede bezüglich der Kontaktgabe auftreten. Insbesondere tritt dabei häufig ein Kontaktprellen auf, das zu einem erhöhten Kontaktverschleiß und auch zu einer Verzögerung der Kontaktgabe führt.

Wünschenswert ist es, wenn bei einzuschaltenden ohmschen Verbrauchern die Schützkontakte im Nulldurchgang der Netzwechselspannung schließen und dabei wenig prellen würden. Dabei wären sie vor Abbrand weitgehend geschützt und hätten eine größere Lebensdauer. Durch die zur Netzspannungsphasenlage nicht synchronisierte Bestromung der Schützmagnetspule ist dies jedoch nicht gewährleistet. Schütze oder dergleichen magnetische Schalter schließen somit zu unterschiedlichen Zeitpunkten bezüglich der Phasenlage der Netzspannung und mit Prellzeiten von zum Beispiel 2 bis 15 Millisekunden.

In der Praxis werden die Schütze durch Überdimensionieren der Schaltkontaktstücke gegen Prellen unempfindlich gemacht.

Zur Reduzierung der Kontaktbelastung ist es bereits bekannt, parallel zu den Kontakten elektronische Halbleiterschalter anzuordnen, die während des Ein- und Ausschaltvorganges den Laststrom übernehmen und dabei jeweils im Nulldurchgang schließen beziehungsweise öffnen.

Diese, auf der Leistungsseite eingesetzten Halbleiterschalter müssen entsprechend dem fließenden Laststrom dimensioniert sein, was bei Lastströmen von zum Beispiel mehreren 100 Ampere einen erheblichen Aufwand verursacht.

Es sind auch schon gesteuerte Schütze bekannt, bei denen der durch die Magnetspule fließende Strom in Abhängigkeit von der Betriebsstellung - abgefallen oder angezogen - des Schützes verändert werden kann, unter anderem, um ein Prellen der Kontakte zu reduzieren. Der Zeitpunkt der tatsächlichen Kontaktgabe läßt sich damit in Bezug auf die Nulldurchgänge der Wechselspannung jedoch nicht vorgeben.

Zum Ein- und Ausschalten im Nulldurchgang der Netzwechselspannung sind auch bereits sogenannte Halbleiterrelais bekannt, die bei vertretbarem Aufwand jedoch nur für vergleichsweise geringe Leistungen einsetzbar sind. Trotzdem ist auch hierbei noch ein erhöhter Aufwand gegenüber üblichen elektromagnetischen Schaltern beziehungsweise Schützen vorhanden. Außerdem ist eine Potentialtrennung bei solchen Halbleiterrelais in der Regel nicht vorhanden. Schließlich sind Halbleiterrelais gegen kurzzeitige Überstrombelastungen empfindlich, wobei der Überlastfaktor üblicherweise bei 10 liegt, während Schütze bis zum hundertfachen Nennstrom überlastet werden dürfen.

Es ist aus der DE 31 10 314 bereits eine Einrichtung bekannt, bei der die Anzugszeit der Relais berücksichtigt wird, so daß die Kontakte im nachfolgenden Nulldurchgang der Wechselspannung schließen. Während des Betriebes sich ändernde Parameter verändern jedoch die Anzugszeit des Relais, so daß die ursprüngliche Einstellung dann für diese Beriebsbedingungen nicht mehr paßt und der Kontaktschließzeitpunkt zum Nulldurchgang der Wechselspannung verschoben ist. Außerdem tritt bei mit dieser Einrichtung betriebenen Relais weiterhin ein unerwünschtes Prellen der Kontakte auf.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, womit elektromagnetische Schalter - Relais, Schütze - zumindest prellarm und verschleißmindernd geschaltet werden können, wobei gegebenenfalls sich während des Betriebes ändernde Betriebsparameter berücksichtigt werden sollen. Das Schließen und gegebenenfalls das Öffnen der Kontakte soll dabei für ohmsche Lasten jeweils im Nulldurchgang oder in der Nähe des Nulldurchganges der Netzwechselspannung erfolgen. Schließlich sollte der erforderliche Aufwand gering sein.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, daß in einer Einstellphase die Messung des Schließzeitpunktes der Kontakte des elektromagnetischen Schalters bei verschiedenen Netz-Wechselspannungen vorgenommen und zumindest die zu etwa im Nulldurchgang liegenden Kontakt-Schließzeitpunkten passenden Bestromungszeitpunkte mit zugehörigen Betriebsparametern als Referenzwerte abgespeichert werden und daß in der Betriebsphase der Stromverlauf durch die Magnetspule des elektromagnetischen Schalters im Bereich des Ankerstromrückwirkungsknicks zumindest bezüglich seiner Steigungsänderung beim Einschaltvorgang des elektromagnetischen Schalters gemessen oder der Zeitpunkt der Kontaktgabe überwacht und bei Überschreiten von vorgegebenen Grenzwerten der Bestromungszeitpunkt verändert wird.

Es wird hierbei in der Betriebsphase auf unterschiedliche, abgespeicherte Referenzwerte bzw. Parametersätze zurückgegriffen und dementsprechend eine Anpassung des Bestromungszeitpunktes so vorgenommen, daß die Kontakte auch bei sich ändernden Betriebsparametern weiterhin im Nulldurchgang der Wechselspannung schließen. Von den zur Verfügung stehenden Parametersätzen wird der zu den jeweils vorhandenen Betriebsparametern passende für den Einschaltvorgang verwendet.Somit kann eine Anpassung an eine sich ändernde Netzspannung und dergleichen automatisch erfolgen.

Die die Schütz-Anzugszeit beeinflußenden Parameter können beispielsweise Schwankungen der Netzspannung, Änderungen der Einbaulage des Schützes, Kon-

taktverschleiß, Temperaturänderungen und so weiter sein, die jedoch ausgeglichen werden können, so daß die Kontaktgabe im zeitlich genau vorgegebenen Bereich erfolgt.

Bei diesem Verfahren wird in der Betriebsphase eine Auswertung des durch die Ankerrückwirkung beeinflußten Stromverlaufes vorgenommen. Der sogenannte Ankerstromrückwirkungsknick wird hierbei hinsichtlich seines Kurvenverlaufs bewertet, wobei insbesondere die Steigungsänderung als Kenngröße dient.

Die auftretenden Steigungsänderungen geben dabei Aufschluß über die Auftreffgeschwindigkeit des Ankers und der Kontakte. Eine hohe Auftreffgeschwindigkeit ergibt einen scharfen Ankerstromrückwirkungsknick mit großer Steigungsänderung, während bei geringer beziehungsweise passender Auftreffgeschwindigkeit der Ankerstromrückwirkungsknick wesentlich flacher mit geringerer Steigungsänderung ausgebildet ist.

Durch Verändern des Einschaltzeitpunktes kann die Anker-Anzugsenergie unter Berücksichtigung des Netzspannungsverlaufes passend dosiert werden.

Praktische Versuche haben gezeigt, daß dabei auch der Schließzeitpunkt in erwünschter Weise zumindest nahe dem Nulldurchgang der Netzwechselspannung liegt. Der Ankerstromrückwirkungsknick beginnt nämlich nach der Kontaktgabe, da ab diesem Zeitpunkt die Bewegung des Ankers abgebremst wird.

Ist in der Einstellphase für den jeweils angeschlossenen elektromagnetischen Schalter der passende Einschaltzeitpunkt relativ zur Phasenlage der Netzwechselspannung ermittelt, kann dieser Einschaltzeitpunkt abgespeichert werden und steht dann in der Betriebsphase für eine praktisch prellfreie und im Nulldurchgang erfolgende Kontaktgabe des Schützes oder dergleichen zur Verfügung.

Zweckmäßig ist es, wenn bei der Messung des Stromverlaufes durch die Magnetspule nach dem Einschalten die Anzahl der auftretenden Ankerstromrückwirkungsknicke erfaßt wird. Dadurch steht noch eine zusätzliche Auswertegröße zur Verfügung, an der besonders deutlich erkannt werden kann, ob und in welchem Maße die Kontakte prellen.

Die Messung des Schließzeitpunktes der Kontakte des elektromagnetischen Schalters bei verschiedenen Netz-Wechselspannungen in der Einstellphase kann mit Hilfe der Messung der Steigungsänderung des Stromes im Bereich des Ankerstromrückwirkungsknicks und/oder durch Messung des Schließzeitpunktes direkt an den Kontaktes vorgenommen werden. Beide Meß-Möglichkeiten stehen in der Einstellphase zur Verfügung, wobei für eine besonders exakte Ermittlung von Referenzwerten beide Messungen zusammen durchgeführt werden, weil dadurch eine besonders genaue Zuordnung des direkt an den Kontakten gemessenen Kontaktschließzeitpunktes zum Stromkurvenverlauf im Bereich des Ankerstromrückwirkungsknicks möglich ist.

Es kann so einem Kontakt-Schließzeitpunkt im Spannungsnulldurchgang auf einfache Weise der dazugehörige Stromverlauf während der Anzugsphase zugeordnet und abgespeichert werden. Später in der Betriebsphase ist dann für eine exakte Kontrolle des Schließzeitpunktes keine Messung mehr direkt an den Kontakten erforderlich, da der zugehörige Stromverlauf als Referenz zur Verfügung steht. Für die Praxis ist dies von besonderem Vorteil.

Bei der Messung des Schließzeitpunktes direkt an den Kontakten wird dies vorzugsweise an einem Hauptkontaktes eines Schützes oder dergleichen vorgenommen. Der Bestromungszeitpunkt des Schützes oder dergleichen wird dabei solange verändert, bis der Schließzeitpunkt der Kontakte relativ zur Phasenlage der Netzspannung im Nulldurchgang und mit kürzester Prellzeit erfolgt. Der ermittelte, passende Einschaltzeitpunkt wird abgespeichert, so daß er in der Betriebsphase beim Einschalten des Schützes oder dergleichen zur Verfügung steht.

Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung zur Ansteuerung eines an einem Wechselstromnetz betriebenen, elektromagnetischen Schalters mit einer Meßeinrichtung für die Netzspannungsnulldurchgänge, einer damit verbundenen Auswerteeinrichtung zur Bestimmung eines Bestromungszeitpunktes des elektromagnetischen Schalters zum Schließen seiner Kontakte im Bereich eines Nulldurchganges der Netzwechselspannung sowie einem Speicher zum Speichern von Kontakt-Schließzeitpunkten im Spannungsnulldurchgang passend zugeordneten Bestromungszeitpunkten.

Diese Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Strommeßeinrichtung für den durch die Magnetspule des elektromagnetischen Schalters fließenden Strom zur Bestimmung des Schließzeitpunktes der Kontakte des elektromagnetischen Schalters aus dem Ankerstromrückwirkungsknick sowie einen Speicher zum Speichern von unterschiedlichen Betriebsspannungen zugeordneten Anzugszeiten des elektromagnetischen Schalters und eine mit der Strommeßeinrichtung und dem Speicher verbundene Ablaufsteuerung aufweist.

Eine solche Vorrichtung läßt sich mit vergleichsweise geringem Aufwand realisieren. Sie ermöglicht einen Einsatz in Verbindung mit vorhandenen elektromagnetischen Schaltern, die dadurch, wie schon anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben, eine wesentlich höhere Lebensdauer haben. Es besteht somit wegen der geringeren Kontaktbelastung auch die Möglichkeit, die elektromagnetischen Schalter selbst kleiner und somit kostengünstiger zu dimensionieren. Der für ein prellarmes Schließen und ein Schließen der Kontakte im Nulldurchgang jeweils passende Bestromungszeitpunkt wird automatisch sich gegebenenfalls ändernden Betriebsparametern angepaßt.

Zweckmäßigerweise sind die Auswerteeinrichtung, der Speicher, die Meßeinrichtungen sowie eine Ablaufsteuerung in einem Mikrocontroller integriert.

Durch diese Integration der wesentlichen Baugruppen der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem Mikrocontroller reduziert sich der Bauteileaufwand ganz erheb-

lich. Dadurch ist unter anderem auch die Fertigung wesentlich vereinfacht und es lassen sich so die Herstellungskosten weiter reduzieren.

Zusätzliche Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Unteransprüchen aufgeführt. Nachstehend ist die Erfindung mit ihren wesentlichen Einzelheiten anhand der Zeichnungen noch näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in stark schematisierter Form,

Fig. 2 eine gegenüber Fig. 1 detailliertere Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 3 bis 5 Diagrammgruppen mit Darstellung der Netzwechselspannung, der Kontaktschließzeit sowie des Stromverlaufes durch die Magnetspule und

Fig. 6 ein Diagramm mit Darstellung der Anzugszeit des elektromagnetischen Schalters in Abhängigkeit von der Netzspannungshöhe und dem Einschaltzeitpunkt.

Eine in Figur 1 gezeigte Vorrichtung 1 dient zum "phasenrichtigen" Einschalten eines elektromagnetischen Schalters 2, im weiteren Verlauf der Beschreibung auch kurz: "Schütz 2" genannt, an ein Wechselstromnetz mit den Leitern L und N. Insbesondere läßt sich damit bei einer ohmschen Last das Schütz zu einem Zeitpunkt bestromen, bei dem unter Berücksichtigung der Schützanzugszeit die Schützkontakte 3 im Nulldurchgang der Netzwechselspannung schließen.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Vorrichtung 1 eine Strommeßeinrichtung 4 für den durch die Magnetspule 5 des Schützes fließenden Strom, eine Meßeinrichtung 6 für die Netzspannungsnulldurchgänge und eine Meßeinrichtung 7 für die Netzspannungsamplitude auf. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist außerdem noch eine Meßeinrichtung 8 für den Schließzeitpunkt der Kontakte des Schützes vorgesehen. Die vorgenannten Meßeinrichtungen 4, 6 bis 8 sind an eine Ablaufsteuerung 9 angeschlossen.

Die Magnetspule 5 des Schützes ist in Reihe mit einem Halbleiter-Wechselstromschalter 10 sowie einem Strommeßwiderstand 11 geschaltet.

Mit Hilfe der Vorrichtung 1 kann anhand des Spulenstromverlaufes und/oder anhand des tatsächlichen KontaktSchließzeitpunktes, der für ein Schließen der Kontakte im Nulldurchgang der Netzwechselspannung passende Einschaltzeitpunkt bestimmt werden. Die zeitliche Differenz zwischen Einschaltzeitpunkt und dem Schließen der Schützkontakte 3 ist außer von der Konstruktion des Schützes auch von der Höhe der Wechselspannung und auch von dem Zeitpunkt des Einschaltens in Bezug auf die Phasenlage der Wechselspannung abhängig.

Die Abhängigkeit der Anzugszeit von der Netzspannungsamplitude und von deren Phasenlage ist in Fig. 6 wiedergegeben. Deutlich ist hier zu erkennen, daß bei Einschaltzeitpunkten im Bereich der Nulldurchgänge treppenartige Absätze im Kurvenverlauf vorhanden sind, bei denen eine vergleichsweise hohe Abhängigkeit beziehungsweise Änderung der Anzugszeit von der Phasenlage vorhanden ist.

Die vorgenannten Einflußfaktoren müssen berücksichtigt werden, um einen passenden Einschaltzeitpunkt zum Schließen der Kontakte im Nulldurchgang zu erreichen.

Erfindungsgemäß kann dies auf zweierlei Weise erreicht werden, wobei beide Lösungen für sich alleine oder aber in Kombination einsetzbar sind.

Das eine erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, daß der Stromverlauf durch die Magnetspule 5 im Bereich des sogenannten Ankerstromrückwirkungsknicks bezüglich dessen Verlauf und auch bezüglich dessen Lage relativ zur Phasenlage der Wechselspannung überprüft wird. Der Ankerstromrückwirkungsknick beginnt nach der Kontaktgabe, so daß aus der Lage des Stromknicks auf den Schließzeitpunkt der Kontakte 3 geschlossen werden kann. Weiterhin wird die Steigungsänderung im Bereich des Ankerstromrückwirkungsknicks überprüft, wobei für ein optimales, weitgehend prellfreies Schließen der Kontakte eine möglichst geringe Steigerungsänderung vorhanden sein soll. Auch die Anzahl der auftretenden Stromknicke wird zur Beurteilung des richtigen Einschaltzeitpunktes berücksichtigt.

Bei dem zweiten, erfindungsgemäßen Verfahren wird direkt an den Kontakten 3 der Kontakt-Schließzeitpunkt gemessen und der Einschaltzeitpunkt dann so verändert, daß der Schließzeitpunkt mit einem Nulldurchgang der Netzwechselspannung zusammenfällt.

Bevorzugt ist vorgesehen, daß während einer Einstellphase, also bevor das Schütz in Betrieb genommen wird, sowohl eine Messung des Stromverlaufes im Bereich des Ankerrückwirkungsknicks als auch eine direkte Messung des Schließzeitpunktes der Kontakte vorgenommen wird. Die ermittelten Einschaltzeitpunkte in Bezug auf die Phasenlage der Netzwechselspannung werden bei unterschiedlichen Netzspannungen ermittelt und zumindest die passenden Einschaltzeitpunkte abgespeichert. Da beim späteren Betrieb des Schützes ein direkter Zugriff zu den Kontakten 3 nicht immer möglich beziehungsweise auch nicht erwünscht ist, wird in der Betriebsphase bevorzugt die Überwachung und Messung auf den Stromverlauf im Bereich des Ankerrückwirkungsknicks beschränkt.

Jeweils in der dritten Diagrammzeile der Figuren 3 bis 5 sind die Stromverläufe bei unterschiedlichen Einschaltzeitpunkten dargestellt. Deutlich sind hierbei die unterschiedlichen Stromverläufe bei veränderten Einschaltzeitpunkten erkennbar.

In der ersten Diagrammzeile ist jeweils der sinusförmige

Verlauf der Netzwechselspannung gezeigt. Nach einer Periodenlänge soll jeweils beim Nulldurchgang 12 die Kontaktgabe erfolgen. Gemäß Figur 3 wird kurz nach Beginn der ersten negativen Halbwelle zum Zeitpunkt 13 eingeschaltet und somit die Magnetspule 5 bestromt. Der zugeordnete Stromverlauf ist in der dritten Diagrammzeile dargestellt.

Bei dem in Figur 3 gewählten Einschaltzeitpunkt 13 ergibt sich zwar im Nulldurchgang 12 ein erster Kontaktschluß, die zugeführte Anzugsenergie im Anker des Schützes ist hierbei jedoch zu groß, so daß sich ein Prellen der Schützkontakte 3 praktisch über eine dreiviertel Periodenlänge der Netzwechselspannung einstellt. Am Verlauf des Stromes durch die Magnetspule 5 ist nach dem ersten Kontaktschluß ein erster Ankerrückwirkungsknick 14 und mit Abstand dazu vor dem endgültigen Schließen der Kontakte ein weiterer Knick 14a zu erkennen. Dazwischen befindet sich ein vergleichsweise großer Stromhöcker 15. Dieser Stromverlauf gibt somit Aufschluß einerseits über eine vergleichsweise lange Prellzeit t_P und andererseits auch darüber, daß die zugeführte Anzugsenergie im Anker zu groß war.

Gemäß Figur 4 wurde der Einschaltzeitpunkt in Bezug auf den Nulldurchgang 12 etwas näher an diesen gelegt und somit die zur Verfügung stehende Anzugsenergie für den Anker reduziert. Hier zeigt sich im Stromverlauf durch die Magnetspule 5, daß nur noch ein Ankerrückwirkungsknick 14 auftritt und daß hier wesentlich weichere Übergänge mit geringeren Strom-Steigungsänderungen vorhanden sind. Der Kontaktschluß erfolgt hier beim Nulldurchgang 12 und es ist nur noch eine vergleichsweise kurze Prellzeit t_P vorhanden.

Würde der Einschaltzeitpunkt 13b noch näher an den Nulldurchgang 12 verschoben werden, wie dies in Figur 5 gezeigt ist, so würde sich eine vergleichsweise lange Anzugszeit t_A ergeben, so daß der Kontaktschluß 16 erst nach dem Nulldurchgang 12 erfolgt. Auch in diesem Falle wäre eine zu große Anzugsenergie im Anker vorhanden, durch die sich ein hartes Auftreffen der Kontakte mit entsprechendem Kontaktprellen einstellt.

Am Stromverlauf des Magnetspulenstromes ist nach dem ersten Kontaktschluß ein scharfer Ankerrückwirkungsknick 14 erkennbar.

Aus den unterschiedlichen Beispielen gemäß Fig. 3 bis 5 ist entnehmbar, daß anhand des Magnetspulen-Stromverlaufes im Bereich des Ankerrückwirkungsknicks auf den Zeitpunkt der Kontaktgabe und die Prellzeit geschlossen werden kann. Dies wird bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ausgenützt. Anhand der Fig. 2 wird nachfolgend das Einstellen und Anpassen der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 an ein angeschlossenes Schütz vorgenommen.

In dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist ein Großteil der in Figur 1 als einzelne Funktionsblöcke dargestellten Meßeinrichtungen in einem Mikrocontroller 17 integriert.

Bei an die Vorrichtung 1 angeschlossenem Schütz 2 wird zunächst in einer Einstellphase eine Anpassung der Vorrichtung 1 an das jeweils angeschlossene Schütz vorgenommen. In dieser Einstell- oder Lernphase soll das Schließen der Kontakte 3 auch bei unterschiedlichen Betriebszuständen reproduzierbar im Netzspannungsnulldurchgang bei geringstmöglichem Prellen der Kontakte erfolgen. Unterschiedliche Betriebszustände können durch Netzspannungsschwankungen, Temperaturschwankungen, Lageänderungen des Schützes, Kontaktabbrand und dergleichen bewirkt werden.

Der Mikrocontroller 17 weist sechs digitale Eingänge 18 auf, die zum Erkennen der Netzspannungsnulldurchgänge sowie der Netzspannungspolarität 18I, zum Erkennen des Vorzeichens der gemessenen Schütz-Kontaktspannung 18II, zum Erkennen des Vorzeichens des Schütz-Spulenstromes 18III, zum Erkennen des "Einbefehls" von außen 18IV, weiterhin zum Erkennen des "Lernbetriebs" in der Einstellphase 18V und schließlich zum Erkennen des ersten Kontaktschlusses des Hilfs-Schützkontaktes 3b dienen. Weiterhin weist der Mikrocontroller 17 einen digitalen Ausgang 19 zum Ansteuern des durch einen Triac gebildeten Wechselstromschalters 10 sowie drei analoge Eingänge 20 auf. Der erste Analogeingang 20I dient zur Messung an den Schützkontakten zum Erkennen des Prellens in der Einstellphase, der zweite Analogeingang 20II dient zur Messung des Magnetspulenstromes in der Einstellphase und in der Betriebsphase und der Analogeingang 20III dient zur Messung der positiven Netzspannungshalbwellen in der Einstellphase und in der Betriebsphase.

Während der Erstinbetriebnahme der Vorrichtung 1 wird diese durch eine Brücke 21 zum Zwecke des Selbstlernens der optimalen Schützansteuerparameter zuerst in eine Einstellphase umgeschaltet. In der Einstellphase werden diejenigen Datensätze bleibend in ein im Mikrocontroller befindliches EEPROM 28 abgespeichert, die zum Schließen der Schützkontakte im Netzspannungsnulldurchgang führen und die darüberhinaus das geringste Schützkontaktprellen erzeugen.

In der Einstellphase wird die Netzspannung zum Beispiel zwischen 190 Volt und 250 Volt in Stufen variiert und der jeweils passende Einschaltzeitpunkt ermittelt.

Zuerst wird mit dem ersten Anlegen des Signales "Schütz ein" über eine Schutzschaltung 26 mit Optokoppler ein Startsignal an den Digitaleingang 18 IV des Mikrocontrollers gegeben. Über den Digitalausgang 19 wird der Triac 10 so gezündet, daß die Schützspule 5 zuerst in einem Nulldurchgang der Netzspannung beginnend bestromt wird.

Der Mikrocontroller 17 registriert nun laufend in Abständen von zum Beispiel 500 Mikrosekunden den Spannungsverlauf des Kontaktschließens. Erfolgt der erste Kontaktschluß in der Nähe eines Nulldurchganges, was der Mikrocontroller 17 an seinem mit einer Synchronisierschaltung 27 verbundenen Digitaleingang 18 I oder dem Analogeingang 20 III feststellt, registriert der Mikrocontroller den Spannungsverlauf des Kontaktschließens zusammen mit der vorherigen maximalen Amplitude der Netzspannung und deren Nulldurchgänge und dem Ein-

schaltzeitpunkt beziehungsweise Phasenanschnitt, zusammen mit dem Spulenstromverlauf nach dem ersten Kontaktschluß in seinen Speicher (RAM).
Die Messung der Kontaktgabe erfolgt über einen Widerstandsteiler 22 und eine Schaltung 23 zur Betrags- und Polaritätsbildung. Der Betrag der Meßspannung wird an den Analogeingang 20 I und die Polarität an den Digitaleingang 18 II gegeben.

Der Verlauf des Magnet-Spulenstromes wird an einem Strommeßwiderstand 11 gemessen und über eine weitere Schaltung 25 zur Betrags- und Polaritätsbildung an den Analogeingang 20 II gegeben.
Erscheint das Signal des ersten Kontaktschlusses nicht in der Nähe des Zeitpunktes eines Netzspannungsnulldurchganges, so wird der registrierte Datensatz verworfen und der Schütz 2 anschließend vom Mikrocontroller 17 wieder ausgeschaltet und anschließend nach kurzer, der Schützabfallzeit entsprechenden Pause wieder erneut eingeschaltet, nun jedoch mit geändertem Einschaltzeitpunkt relativ zur Phasenlage der Wechselspannung, insbesondere mit größerem Phasenanschnitt als zuvor. Die Incremente der Anschnitterhöhung können zum Beispiel 1 Millisekunde betragen.
Gemäß dem Diagramm in Fig. 6 führt dieser Anschnitt zu einer anderen Schützanzugszeit. Der Schützkontakt-Schließzeitpunkt kann sich nun durch den Anschnitt von einem Nulldurchgang der Netzspannung entfernen oder ihm näherkommen. Fällt der Schützkontakt-Schließzeitpunkt in die Nähe eines Nulldurchganges der Netzspannung, so wird der Parametersatz vom Mikrocontroller in dem EEPROM 28 abgespeichert. Das Arbeitsprogramm des Mikrocontrollers ist in einem PROM 29 abgelegt.

Anschließend variiert der Mikrocontroller 17 den Einschaltzeitpunkt noch etwas, um die Kontaktgabe zu verbessern, das heißt, exakt auf den Nulldurchgang der Netzwechselspannung zu legen und das geringste Prellen zu erreichen. Dazu wird nun vom Mikrocontroller 17 auch der Verlauf des Stromes durch die Magnetspule 5 des Schützes 2 nach dem ersten Schließen des Schützkontaktes 3 registriert und derart ausgewertet, daß der Einschaltzeitpunkt als optimal angesehen wird, der zu einem möglichst weichen Übergang des Spulenstromes von einer vergleichsweise großen Stromamplitude während der Anzugsbestromung zu einer kleineren Stromamplitude bei geschlossenem Anker führt. Damit ist dann der sogenannte Ankerstromrückwirkungsknick am geringsten ausgebildet und die Steigungsänderungen der Stromkurve sind ebenfalls am geringsten. Die mechanische Auftreffenergie des Ankers ist dabei am kleinsten, was zu einem geringen Prellen des Schützkontakes 3 führt (vergleiche auch Figur 3 bis 5).
Das Prellen und das zeitlich genaue Schließen des Schützkontaktes 3 wird außerdem durch Messung des Verlaufs der Kontaktspannung von dem Mikrocontroller 17 überwacht. Der beste Parametersatz wird dann endgültig abgespeichert und der Schütz 2 bei der bis dahin gleichgebliebenen ersten Netzspannungseinstellung dann nicht mehr weiter zum Anzug gebracht.
Die Netzspannung kann dann auf einen anderen Wert gebracht werden, beispielsweise erhöht werden und der Vorgang des Selbstlernens für diese andere Netzspannung wird dann erneut gestartet. Der Selbsteinschalt- und Lernvorgang läuft dann erneut ab wie zuvor beschrieben.
Die Netzspannungsänderung kann beispielsweise in drei Stufen von zum Beispiel 190 Volt, 220 Volt und 250 Volt vorgenommen werden. Zwischenwerte der Netzspannungshöhe werden vom Mikrocontroller 17 berücksichtigt, indem er die Tabellenwerte der zugehörigen Einschaltzeitpunkte entsprechend interpoliert, da die Anzugszeit von dem Einschaltanschnitt und der Netzspannungshöhe abhängt und mit der auf die Schütz-Magnetspule 5 gegebenen Spannungszeitfläche annähernd umgekehrt proportional linear zusammenhängt (vergleiche Figur 6).
Nach Abschluß der Einstellphase wird die Brücke 21 getrennt und die Vorrichtung ist nun betriebsbereit.
Aus der abgespeicherten Tabelle kann dann selbsttätig in der Betriebsphase für jede Netzspannung der optimale Einschaltzeitpunkt ausgewählt werden.
In dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist von dem Schützkontaktsatz noch ein zweiter Kontakt an den Mikrocontroller 17 angeschlossen und zwar an den Digitaleingang 18 VI. In der Regel wird hierzu ein Hilfskontakt des Schützes 2 verwendet. In der Einstellphase kann am Schließzeitpunkt des Hilfskontaktes eine eventuelle Abweichung vom Schließzeitpunkt des Hauptkontaktes erkannt und ebenfalls abgespeichert werden. Damit besteht die Möglichkeit, in der späteren Betriebsphase vom Schließzeitpunkt des Hilfskontaktes auf den Schließzeitpunkt des Hauptkontaktes zu schließen.
Falls der Spannungsteiler 22 auch in der Betriebsphase an dem Haupt-Schützkontakt angeschlossen bleiben kann, besteht die Möglichkeit, direkt bei diesem Kontakt ein Wegtrifften des Kontaktschließzeitpunktes vom Netzspannungsnulldurchgang zu erkennen und den abgespeicherten Parametersatz zu korrigieren, wenn eine bestimmte Toleranzgrenze überschritten wird. Ist eine direkte Messung am Hauptkontakt in der Betriebsphase nicht mehr möglich, so besteht die Möglichkeit, den Kontaktschließzeitpunkt des Hauptkontaktes indirekt über den noch angeschlossenen Hilfskontakt 3b zu messen, da in der Einstellphase gegebenenfalls vorhandene Schließzeitdifferenzen zwischen Hauptkontakt 3a und Hilfskontakt 3b erfaßt worden waren.
Wird in der Betriebsphase auch der Hilfskontakt 3b anderweitig benötigt, kann über die Überwachung des Stromverlaufes durch die Magnetspule 5 des Schützes 2 im Bereich des Ankerrückwirkungsknicks eine Kontrolle des Kontakt-Schließzeitpunktes vorgenommen werden.
Wie bereits vorerwähnt, kann durch die Phasenlage dieses Ankerstromrückwirkungsknicks relativ zu der der Netzwechselspannung auf den Kontakt-Schließzeitpunkt geschlossen werden. Wie gut in den Figuren 3 bis

5 erkennbar, liegt der Ankerstromrückwirkungsknick 14 nach der ersten Kontaktgabe und aus dem Kurvenverlauf ist erkennbar, ob das Schütz 2 für eine Kontaktgabe etwa im Nulldurchgang und weitestgehend prellfreies Schalten zum richtigen Zeitpunkt eingeschaltet und bestromt wurde.

In der Einstellphase wurde der optimale Spulenstromverlauf, jeweils zugehörig zu unterschiedlichen Netzspannungen im Mikrocontroller 17 abgespeichert. Zeigt der Spulenstromverlauf bezüglich des Ankerstromrückwirkungsknicks in dessen Lage bezüglich dem Nulldurchgang 12 der Netzspannung und in der Form des Knicks 14 und des Stromhöckers 15 nach dem Knick Abweichungen vom Sollparameter des abgespeicherten Spulenstromverlaufs über einen bestimmten Toleranzbereich hinaus, so kann der Mikrocontroller durch Variation des Einschaltzeitpunktes beziehungsweise des Spannungsanschnittes beim nächsten Schützeinschalten der Abweichung entgegenwirken und den Istverlauf des Spulenstromes wieder an den Sollverlauf annähern, ohne daß dabei direkt am Schützkontakt 3 gemessen werden muß.

Verschiedene Abweichungen vom Sollverlauf des Spulenstromes beim Ankerrückwirkungsknick sind in Figur 3 und 5 gezeigt. In Figur 3 tritt ein zweiter Ankerrückwirkungsknick 14a auf und ein hoher Stromhöcker 15 nach dem ersten Ankerrückwirkungsknick, was auf starkes Prellen und eine Kontaktgabe außerhalb des Nulldurchganges der Netzwechselspannung schließen läßt.

Figur 5 zeigt in der dritten Diagrammzeile einen Spulenstromverlauf mit einem großen Stromhöcker 15 beim Auftreffen der Kontakte und einen harten Übergang mit starker Steigungsänderung im Bereich des Ankerrückwirkungsknicks 14. Der Kontaktschluß findet hier erst nach dem Nulldurchgang 12 statt und es tritt auch ein verstärktes Prellen auf.

Nach einer in der Betriebsphase durchgeführten Korrektur des Einschaltzeitpunktes wird der korrigierte Einschaltzeitpunkt beziehungsweise der Anschnittparameter im ursprünglichen, sonst unveränderten Parametersatz erneut abgespeichert. Durch dieses Selbstregulieren und Selbstnachstellen des optimalen Einschaltzeitpunktes kann eine Alterung, zum Beispiel durch Kontaktabbrand erkannt und durch Korrektur des Einschaltzeitpunktes ausgeregelt werden.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird in der Einstellphase sowohl von der Überwachung der Schützkontakte 3 als auch von der Überwachung des Stromverlaufes im Bereich des Ankerstromrückwirkungsknicks Gebrauch gemacht. Wahlweise stehen dann in der Betriebsphase unterschiedliche Parameter zur Verfügung, auf die während der Betriebsphase zur Kontrolle des Einschaltzeitpunktes zurückgegriffen werden kann. Dabei besteht die Möglichkeit, alle abgespeicherten Parametersätze mit dem jeweiligen Istwert zu vergleichen oder aber nur auf einen Teil oder nur einen Parametersatz zurückzugreifen. Somit würde es beispielsweise auch genügen, in der Einstellphase den optimalen Stromverlauf durch die Magnetspule 5 des Schützes 2 im Bereich des Ankerstromrückwirkungsknickes abzuspeichern und dann in der Betriebsphase einen Vergleich des Iststromverlaufes mit diesem abgespeicherten Sollstromverlauf vorzunehmen. In gleicher Weise kann, falls dies in der Betriebsphase möglich ist, auch nur direkt an dem oder den Kontakten 3 der Einschaltzeitpunkt gemessen werden. Somit ist die Möglichkeit gegeben, eine Anpassung an unterschiedliche Einsatzfälle vorzunehmen.

Beim Schalten von nicht-ohmschen Lasten durch das Schütz 2 kann die Vorrichtung 1 auch so programmiert werden, daß die Kontaktgabe der Schützkontakte 3 nicht im Nulldurchgang der Netzwechselspannung, sondern an einem anderen, für den jeweiligen Lastfall passenden Zeitpunkt der Netzspannungs-Sinuskurve erfolgt.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, daß die Vorrichtung 1 so programmiert wird, daß beim Ausschalten erst beim nächsten Nulldurchgang die Schützkontakte 3 geöffnet werden, um diese auch beim Ausschalten vor Abbrand zu schützen. In diesem Falle wird als Wechselstromschalter 10 ein ausschaltbarer Halbleiterschalter, zum Beispiel ein GTO-Paar verwendet.

Die gesamte Vorrichtung 1 kann als kompaktes Vorschaltgerät ausgebildet sein, welches mit praktisch beliebigen elektromagnetischen Schaltern zusammenarbeiten kann und somit universell einsetzbar ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines elektromagnetischen Schalters (2) an einem Wechselstromnetz, wobei das Schließen der elektrischen Kontakte (3) unter Berücksichtigung von Kennwerten des elektromagnetischen Schalters (2) im Bereich eines Nulldurchganges der Wechselspannung nach dem Einschalten erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer Einstellphase die Messung des Schließzeitpunktes der Kontakte (3) des elektromagnetischen Schalters (2) bei verschiedenen Netz-Wechselspannungen vorgenommen wird und zumindest die zu etwa im Nulldurchgang liegenden Kontakt-Schließzeitpunkten passenden Bestromungszeitpunkte mit zugehörigen Betriebsparametern als Referenzwerte abgespeichert werden, und daß in der Betriebsphase der Stromverlauf durch die Magnetspule (5) des elektromagnetischen Schalters (2) im Bereich des Ankerstromrückwirkungsknicks (14) zumindest bezüglich seiner Steigungsänderung (di/dt) beim Einschaltvorgang des elektromagnetischen Schalters (2) gemessen oder der Zeitpunkt der Kontaktgabe überwacht und bei Überschreiten von vorgegebenen Grenzwerten der Bestromungszeitpunkt verändert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-

net, daß in der Einstellphase die Messung des Schließzeitpunktes der Kontakte (3) des elektromagnetischen Schalters (2) bei verschiedenen Netz-Wechselspannungen mit Hilfe der Messung der Steigungsänderung des Stromes im Bereich des Ankerstromrückwirkungsknicks und/oder durch Messung des Schließzeitpunktes direkt an den Kontakten vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Messung des Stromverlaufes durch die Magnetspule nach dem Einschalten, die Anzahl der auftretenden Ankerstromrückwirkungsknicke (14, 14a) erfaßt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei jedem Einschaltvorgang des elektromagnetischen Schalters (2) anhand der jeweils vorhandenen Betriebsparameter ein dazu passender, abgespeicherter Bestromungszeitpunkt des elektromechanischen Schalters ausgelesen und dann für diesen Einschaltvorgang verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausschalten des elektromagnetischen Schalters(2) die Kontakte in dem auf den Ausschaltzeitpunkt folgenden Nulldurchgang geöffnet werden.

6. Vorrichtung zur Ansteuerung eines an einem Wechselstromnetz betriebenen, elektromagnetischen Schalters (2) mit einer Meßeinrichtung (1) für die Netzspannungsnulldurchgänge, einer damit verbundenen Auswerteeinrichtung zur Bestimmung eines Bestromungszeitpunktes des elektromagnetischen Schalters (2) zum Schließen seiner Kontakte (3) im Bereich eines Nulldurchganges der Netzwechselspannung sowie einem Speicher zum Speichern von Kontakt-Schließzeitpunkten im Spannungsnulldurchgang passend zugeordneten Bestromungszeitpunkten, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Vorrichtung eine Strommeßeinrichtung (4) für den durch die Magnetspule (5) des elektromagnetischen Schalters (2) fließenden Strom zur Bestimmung des Schließzeitpunktes der Kontakte (3) des elektromagnetischen Schalters aus dem Ankerstromrückwirkungsknick sowie einen Speicher zum Speichern von unterschiedlichen Betriebsspannungen zugeordneten Anzugszeiten des elektromagnetischen Schalters und eine mit der Strommeßeinrichtung (4) und dem Speicher verbundene Ablaufsteuerung (9) aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Meßeinrichtung (8) für den Schließzeitpunkt der Kontakte (3) des elektromagnetischen Schalters (2) mit einer Verbindung zu wenigstens einem der Kontakte aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Auswerteeinrichtung, der Speicher, die Meßeinrichtungen sowie die Ablaufsteuerung (9) in einem Mikrokontroller (17) integriert sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetspule (5) des elektromagnetischen Schalters (2) in Reihe mit einem vom Mikrokontroller (17) oder dergleichen angesteuerten Halbleiterwechselstromschalter (10) sowie gegebenenfalls einem Strommeßwiderstand (11) geschaltet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterwechselstromschalter (10) ein Triac oder GTO ist (sind).

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Umschalter (21) zur Auswahl der Betriebsart zwischen Einstellphase und Betriebsphase vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Vorschaltgerät für vorhandene elektromagnetische Schalter (2) ausgebildet ist.

Claims

1. Method of operating an electromagnetic switch (2) on an AC mains system, the electrical contacts (3) being closed in the region of a zero crossing of the AC voltage after switching on, and allowing for parameters of the electromagnetic switch (2), characterised in that measurement of the closing time of the contacts (3) of the electromagnetic switch (2) at different AC mains voltages is undertaken in a setting phase, and at least the times of application of current suitable for contact closure times lying within the zero crossing are stored with associated operational parameters as reference values, and in that, in the operational phase, the current configuration through the armature coil (5) of the electromagnetic switch (2) is measured in the region of the armature current feedback peak (14) at least with reference to its alteration in gradient (di/dt) during the switching-on procedure of the electromagnetic switch (2), or the time of establishment of contact is monitored, and is changed when it exceeds predetermined threshold values of the time of application of current.

2. Method according to Claim 1, characterised in that,

during the setting phase, measurement of the closure time of the contacts (3) of the electromagnetic switch (2) is undertaken at various AC mains voltages with the aid of measurement of the alteration in gradient of the current in the region of the armature feedback peak, and/or by measurement of the closure time directly at the contacts.

3. Method according to Claim 1 or 2, characterised in that, during measurement of the current configuration through the magnet coil after switch-on, the number of armature current feedback peaks (14, 14a) is detected.

4. Method according to one of Claims 1 - 3, characterised in that, during each switch-on procedure of the electromagnetic switch (2) with reference to the respectively present operational parameters, a time of application of current to the electromechanical switch suitable to said parameters and stored, is read out and then used for this switch-on procedure.

5. Method according to one of Claims 1 to 4, characterised in that, during switch-off of the electromagnetic switch (2) the contacts are opened in the zero crossing following the switch-off time.

6. Device for operating an electromagnetic switch (2) operated on an AC mains system, with a measuring device (1) for the zero crossings of the mains voltage, with connected therewith an evaluation device for determining the point of application of current to the electromagnetic switch (2) for closing its contacts (3) in the region of a zero crossing of the AC mains voltage, and with a storage means for storing times of application of current suitably associated during zero crossing with contact closure times, in order to carry out the method according to one of claims 1 to 5, characterised in that the device has a current measurement device (4) for the current flowing through the armature coil (5) of the electromagnetic switch (2), in order to determine the closure time of the contacts (3) of the electromagnetic switch (2) from the armature current feedback peak, and a storage means for storing various attraction times of the electromagnetic switch associated with various operational voltages, and a cycle control (9) connected to the current measuring device (4) and the storage means.

7. Device according to Claim 6, characterised in that it has a measurement device (8) for the closure time of the contacts (3) of the electromagnetic switch (2) with a connection to at least one of the contacts.

8. Device according to Claim 6 or 7, characterised in that at least the evaluation device, the storage means, the measurement devices and the cycle control system (9) are integrated in a microcontroller (17).

9. Device according to one of Claims 6 to 8, characterised in that the magnet coil (5) of the electromagnetic switch (2) is incorporated in series with an AC static switch (10) operated by the microcontroller (17) or the like, or if necessary with a current measurement resistance (11).

10. Device according to one of Claims 6 to 9, characterised in that the AC static switch (10) is or are a triac or GTO.

11. Device according to one of Claims 6 to 10, characterised in that there is provided a change-over switch (21) for selecting the mode of operation between setting phase and operational phase.

12. Device according to one of Claims 6 to 11, characterised in that it is in the form of a choke apparatus for existing electromagnetic switches (2).

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner un interrupteur électromagnétique (2) monté dans un réseau à courant alternatif, selon lequel la fermeture des contacts électriques (3) s'effectue sur la base de valeurs caractéristiques de l'interrupteur électromagnétique (2) dans la zone d'un passage par zéro de la tension alternative, après la fermeture de l'interrupteur, caractérisé en ce que lors d'une phase de réglage, la mesure de l'instant de fermeture des contacts (3) de l'interrupteur électromagnétique (2) est exécutée pour différentes tensions alternatives du réseau et au moins les instants d'alimentation en courant, qui correspondent à des instants de fermeture de contact se situant approximativement au passage par zéro, sont mémorisés, avec des paramètres de fonctionnement associés, en tant que valeurs de référence et que pendant la phase de fonctionnement, l'allure du courant circulant dans la bobine magnétique (5) de l'interrupteur électromagnétique (2) est mesurée dans la zone du coude (14) de réaction du courant d'armature, au moins pour ce qui concerne la variation (di/dt) de la pente du courant lors de l'opération de fermeture de l'interrupteur électromagnétique (2), ou l'instant de l'établissement du contact est contrôlé et, dans le cas du dépassement des valeurs limites prédéterminées, l'instant d'alimentation en courant est modifié.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pendant la phase de réglage, la mesure de l'instant de fermeture des contacts (3) de l'interrupteur électromagnétique (2) pour différentes tensions

alternatives du réseau est exécutée à l'aide de la mesure de la variation de la pente du courant dans la zone du coude de réaction du courant d'armature et/ou au moyen de la mesure de l'instant de fermeture directement au niveau des contacts.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, lors de la mesure de l'allure de courant dans la bobine magnétique, le nombre des coudes (14,14a) de réaction du courant d'armature, qui apparaissent, est détecté après la fermeture de l'interrupteur.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, lors de chaque opération de fermeture de l'interrupteur électromagnétique (2), sur la base des paramètres de fonctionnement respectivement présents, un instant mémorisé d'alimentation en courant, correspondant à ces paramètres, de l'interrupteur électromécanique est lu et est ensuite utilisé pour cette opération de fermeture de l'interrupteur.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lors de l'ouverture de l'interrupteur électromagnétique (2), les contacts sont ouverts lors du passage par zéro, qui intervient après l'instant d'ouverture.

6. Dispositif pour commander un interrupteur électromagnétique (2), qui fonctionne avec un réseau à courant alternatif, comportant un dispositif de mesure (1) servant à mesurer les passages par zéro de la tension du réseau, un dispositif d'évaluation, qui est relié au dispositif de mesure et sert à déterminer un instant d'alimentation en courant de l'interrupteur électromagnétique (2) pour la fermeture de ses contacts (3) dans la zone d'un passage par zéro de la tension alternative du réseau, ainsi qu'une mémoire servant à mémoriser les instants de fermeture des contacts lors du passage par zéro de la tension, d'une manière adaptée à des instants associés d'alimentation en courant, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le dispositif comporte un dispositif ampèremétrique (4) pour le courant, qui traverse la bobine magnétique (5) de l'interrupteur électromagnétique (2) et sert à déterminer l'instant de fermeture des contacts (3) de l'interrupteur électromagnétique à partir du coude de réaction du courant d'armature, ainsi qu'une mémoire pour mémoriser des durées d'attraction de l'interrupteur électromagnétique, qui sont associées à différentes tensions de fonctionnement, et une unité de commande d'exécution (9) reliée au dispositif ampèremétrique (4) et à la mémoire.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (8) de mesure de l'instant de fermeture des contacts (3) de l'interrupteur électromagnétique (2) avec une liaison à avec moins l'un des contacts.

8. Dispositif selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce qu'au moins le dispositif d'évaluation, la mémoire, les dispositifs de mesure ainsi que l'unité de commande d'exécution (9) sont intégrés dans un microcontrôleur (17).

9. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que la bobine magnétique (5) de l'interrupteur électromagnétique (2) est branchée en série avec un interrupteur de courant alternatif à semiconducteurs (10), commandé par le microcontrôleur (17) ou analogue, ainsi qu'avec éventuellement une résistance de mesure de courant (11).

10. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que l'interrupteur de courant alternatif à semiconducteurs (10) est un triac ou un thyristor GTO.

11. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 10, caractérisé en ce qu'il est prévu un commutateur (24) pour sélectionner le type de fonctionnement entre une phase de réglage et une phase de fonctionnement.

12. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 11, caractérisé en ce qu'il est agencé en tant que ballast pour des interrupteurs électromagnétiques existants (2).

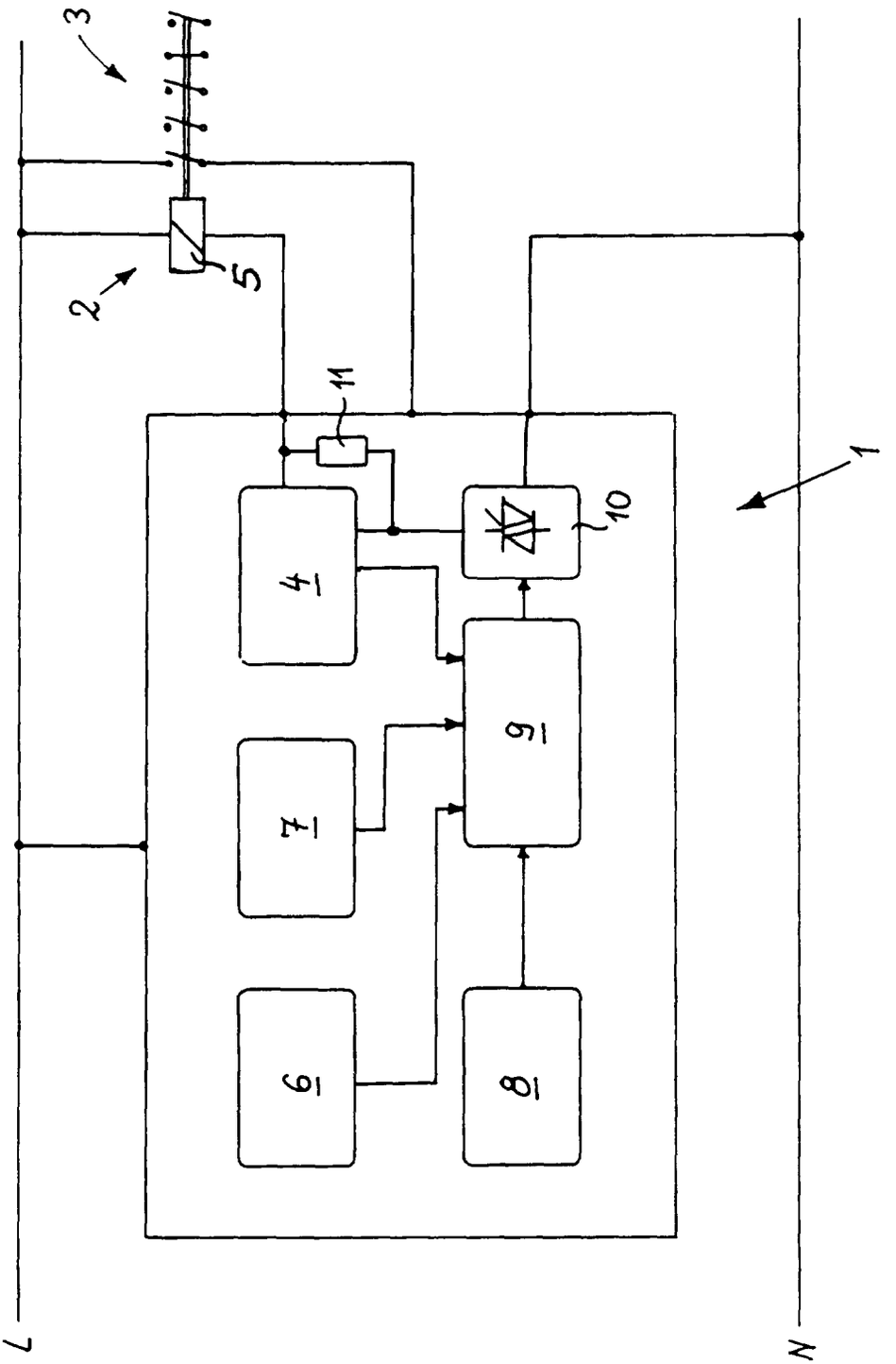
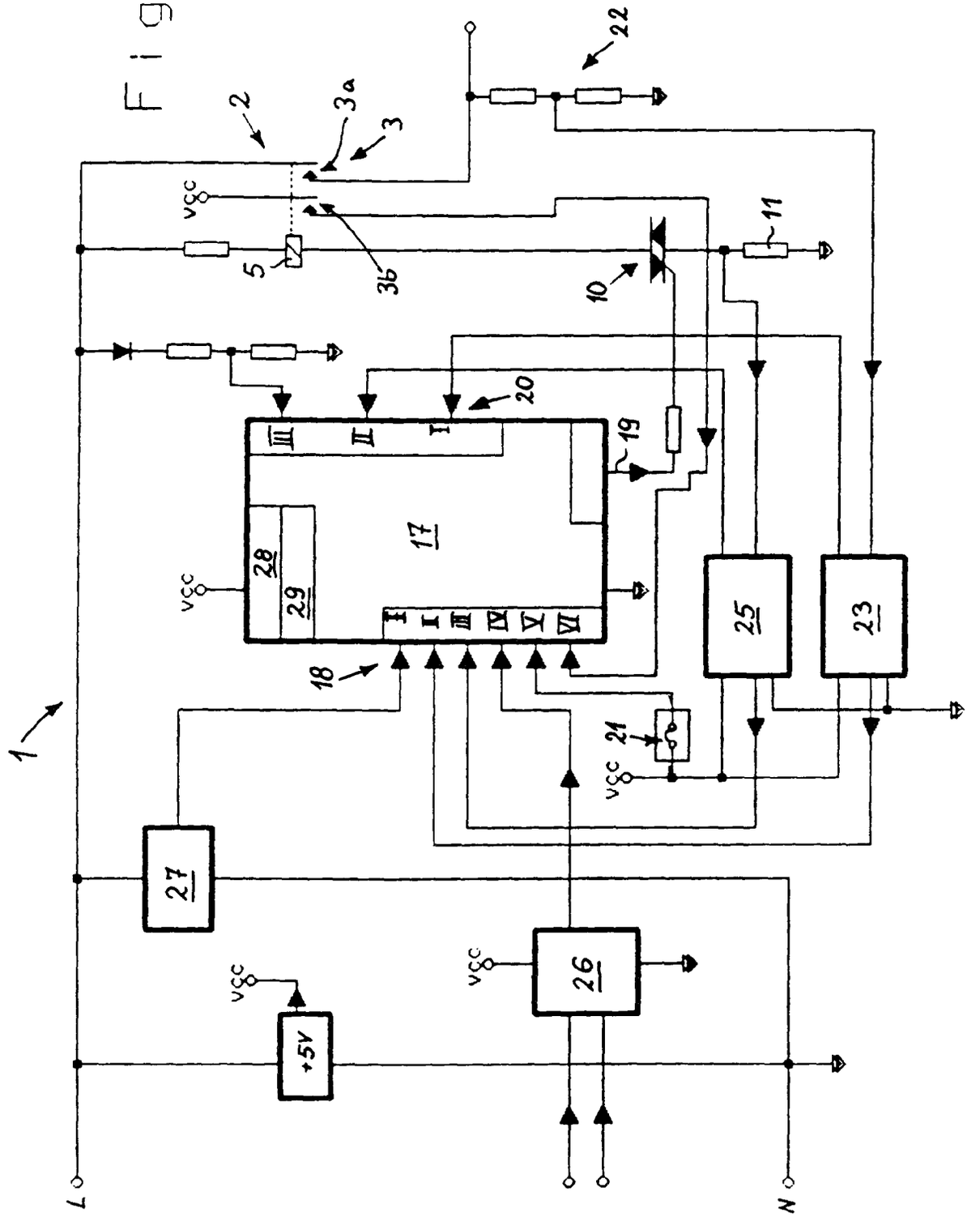


Fig.1

Figur 2



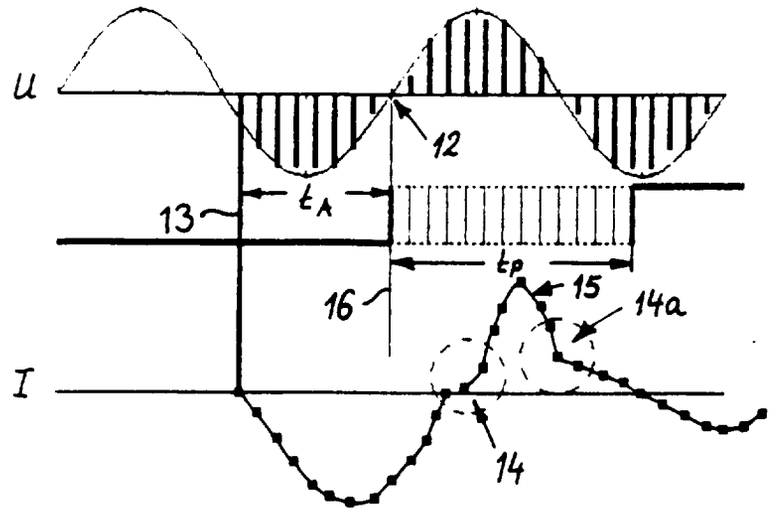


Fig. 3

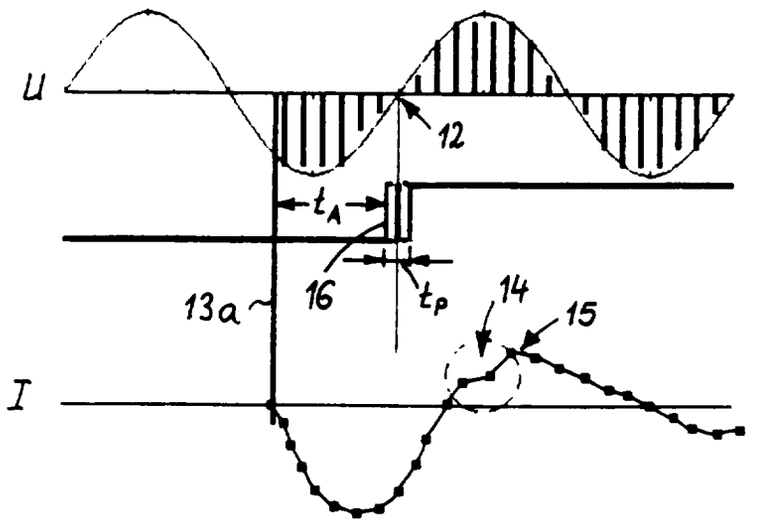


Fig. 4

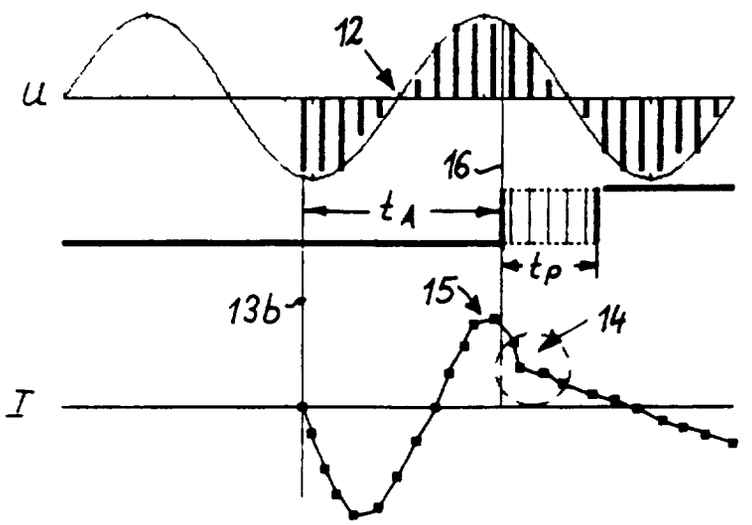
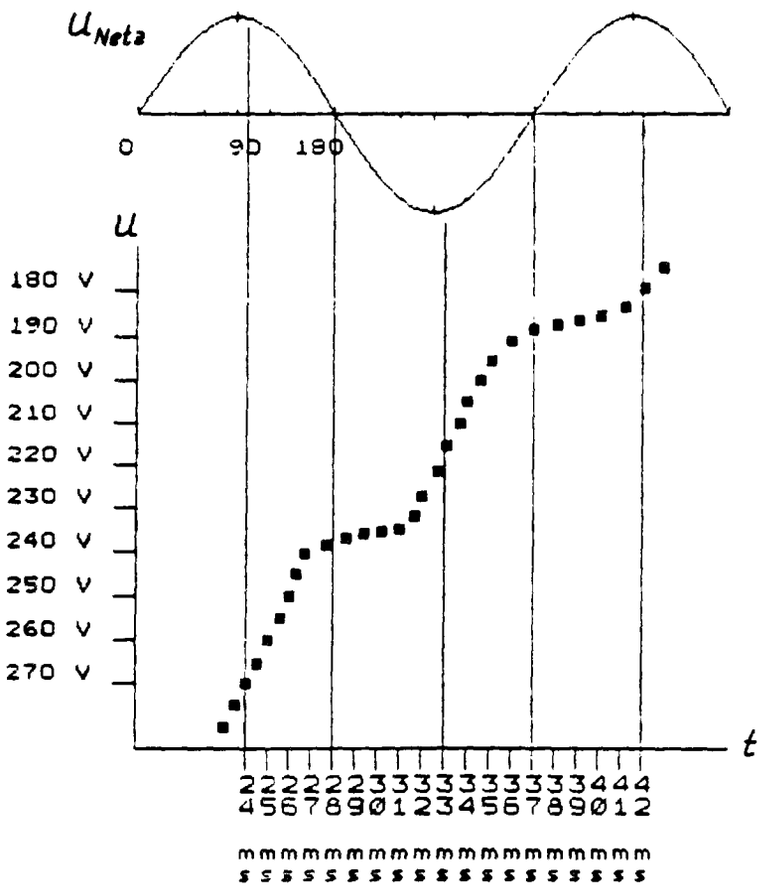


Fig. 5

Fig.6


U Netz
0
90
180
U
180 V
190 V
200 V
210 V
220 V
230 V
240 V
250 V
260 V
270 V
t
22 22 22 22 23 33 33 33 33 33 33 34 44
45 67 89 01 23 45 67 89 01 23
mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm
ss ss ss ss ss ss ss ss ss ss ss ss ss ss ss ss ss ss