



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 408 044 B**

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1090/91  
(22) Anmeldetag: 29.05.1991  
(42) Beginn der Patentedauer: 15.12.2000  
(45) Ausgabetag: 27.08.2001

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H02H 3/16**

(56) Entgegenhaltungen:  
FR 1508704A

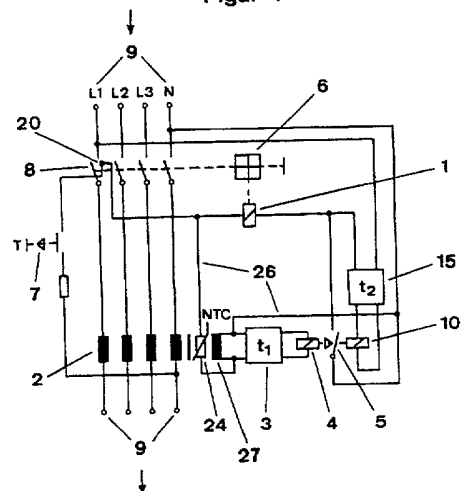
(73) Patentinhaber:  
BIEGELMEIER GOTTFRIED DR.  
A-1195 WIEN (AT).

(72) Erfinder:  
BIEGELMEIER GOTTFRIED DR.  
WIEN (AT).

## (54) FEHLERSTROMSCHUTZSCHALTER

(57) Beschrieben wird ein Fehlerstromschutzschalter mit Überlastschutz. Für den Überlastschutz ist einem Widerstand (24) mit negativem Temperaturkoeffizienten (NTC-Widerstand) in den Summenstromwandler (2) eingebaut. Über einen Hilfsstromkreis, der an zwei Hauptstrombahnen (L1, N) angeschlossen ist und über den NTC-Widerstand (24) führt, wird beim Überschreiten der höchstzulässigen Temperatur im Summenstromwandler (2) die Energiespeicherschaltung (3) aktiviert und dadurch der Fehlerstromschutzschalter durch die Entladung des Speicherkondensators (12) in der Energiespeicherschaltung (3) über das Wandlerrelais (4, 5) des Fehlerstromschutzschalters ausgelöst.

Figur 1



Die Erfindung betrifft einen Fehlerstromschutzschalter (in der Folge kurz FI-Schalter genannt), bestehend aus einem Gehäuse mit Anschlußklemmen für Netzleitungen, in dem ein Kontaktapparat mit zugehörigem Schaltschloß, eine Prüfeinrichtung, ein Betätigungsorgan, ein elektromagnetischer Arbeitsstromauslöser mit hoher Auslösekraft für das Schaltschloß (Schloßauslöser), ein Summenstromwandler, eine elektronische Energiespeicherschaltung und ein Relais mit dazugehörigem Schließkontakt (Wandler-Relais) untergebracht sind, wobei die Sekundärwicklung des Summenstromwandlers ohne galvanische Verbindung mit den Netzleitungen die netzspannungsunabhängige elektronische Energiespeicherschaltung anspeist und beim Überschreiten eines bestimmten Grenzwertes des Auslösefehlerstromes die Energiespeicherschaltung des Wandler-Relais betätigt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen FI-Schalter zur Verfügung zu stellen, der zusätzlich zum Fehlerschutz einen wirtschaftlich und technisch besonders günstigen Überlast- und Kurzschlußschutz, zusammen mit einer Vorsicherung, deren Nennstromstärke über dem Nennstrom des FI-Schalters liegt, ermöglicht.

Diese Aufgabe ist bis heute nicht zufriedenstellend gelöst worden. FI-Schalter werden nämlich in bezug auf ihre Erwärmung nur mit dem Nennstrom geprüft. Die Überstromschutzeinrichtungen, die jedoch in der Praxis netzseitig vor den FI-Schaltern installiert werden, haben Nennströme, die wegen der Selektivität mit den nachgeschalteten Überstromschutzeinrichtungen für die Endstromkreise meist um zwei bis drei Nennstromstufen höher liegen als der Nennstrom des FI-Schalters. Eine häufige Anordnung ist z.B. der Nennstrom 40 A für den FI-Schalter und 63 A für die vorgeschaltete Schmelzsicherung. Diese Anordnung wird in den Normen zwar bezüglich der Verschweißungs- und Kurzschlußfestigkeit bei hohen Kurzschlußströmen an der Einbaustelle, z.B. mit 6000 A geprüft, nicht jedoch in bezug auf die Erwärmung. Überstromschutzeinrichtungen beginnen ja erst beim 1,45-fachen Nennstrom auszulösen, also eine 63 A-Schmelzsicherung wird unter günstigen Bedingungen bei Belastung mit 90 A nach etwa einer Stunde ausschalten, bei ungünstigen Bedingungen z.B. guter Wärmeableitung, sogar erst bei noch höheren Strömen. Bei derartigen Belastungen wird aber der FI-Schalter schon nach kurzer Zeit zerstört und bildet eine beachtliche Kurzschluß- und Brandgefahr. Diese Belastungen können aber in der Praxis ohne weiteres auftreten, nämlich dann, wenn die normalen Betriebsströme der Verbraucher in der Anlage in ihrer Summe hoch sind und bei ungünstigem Gleichzeitigkeitsfaktor über dem Nennstrom des FI-Schalters liegen. Dies ist ohne weiteres möglich, da die Summe der Nennströme der nachgeschalteten Überstromschutzeinrichtungen für die Endstromkreise meist wesentlich höher ist als der Nennstrom des FI-Schalters. Deshalb ist in manchen Ländern vorgeschrieben, daß der Nennstrom der Überstromschutzeinrichtung vor dem FI-Schalter nicht höher sein darf als sein Nennstrom. Abgesehen davon, daß dies die Selektivität des Überstromschutzes herabsetzt, reicht auch diese Forderung nicht aus, um den FI-Schalter vor Schaden zu bewahren, denn auch in diesem Fall kann der 1,45-fache Nennstrom des FI-Schalters eine Stunde oder noch länger fließen und damit wird mehr als die doppelte Verlustleistung im Schalter frei, als jene, mit der die Erwärmungsprüfung durchgeführt worden ist.

Es gibt zahlreiche Lösungsvorschläge für dieses Problem (z.B. AT 220 695 B, AT 235 936 B, DE 1 188 706 C, FR 1 508 704 A und DE 1 588 723 A).

So beschreibt z.B. die DE 1 588 723 A einen Fehlerstromschutzschalter mit Temperaturüberwachung, die darin besteht, daß ein Bimetall wärmeschlüssig mit dem Kern des Summenstromwandlers verbunden ist. Wird der Kern zu heiß, dann biegt sich das Bimetall so weit durch, daß der Kontakt der Prüfeinrichtung des FI-Schalters mechanisch geschlossen wird und damit der FI-Schalter über die Prüfeinrichtung ausschaltet.

Die FR 1 508 704 A beschreibt eine Lösung mit einem Varistor, der im Summenstromwandler des FI-Schalters angeordnet ist und über eine Gleichrichterschaltung und Stromwandler in den Hauptstromkreis mit Strom versorgt wird. Bei Überlastung erfolgt über eine besondere Wicklung im Fehlerstromauslöser die Entklinkung des Schaltmechanismus und damit die Ausschaltung des FI-Schalters.

Alle beschriebenen Lösungen haben sich in der Praxis nicht durchgesetzt. Sie sind entweder zu aufwendig oder zu unzuverlässig, um bei ein- oder dreiphasigen Überlastungen den FI-Schalter vor der Zerstörung zu schützen.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß - wie an sich bekannt - im Summen-

stromwandler ein Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten (NTC-Widerstand) eingebaut ist, über den ein Hilfsstromkreis führt, der an zwei Hauptstrombahnen des Fehlerstromschutzschalters angeschlossen ist und dadurch beim Überschreiten der zulässigen Übertemperatur im Summenstromwandler über die Energiespeicherschaltung der Fehlerstromschutzschalter ausgelöst wird.

Im Gegensatz zum Stand der Technik wird erfindungsgemäß die Energiespeicherschaltung, die bei einem FI-Schalter mit Wandlerrelais vorhanden ist, benützt, um zusammen mit einem Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten (NTC-Widerstand, in der Folge kurz Varistor genannt), der nach dem bekannten Stand der Technik im Summenstromwandler des FI-Schalters angeordnet ist, kostengünstig und wirkungsvoll den FI-Schalter gegen Überlastungen zu schützen. Den Kurzschlußschutz und den Schutz gegen Verschweißungen übernimmt bei dieser Lösung wie bisher die vorgeschaltete Überstromschutzeinrichtung. Bei der Erfindung übernimmt die Vorsicherung den Kurzschlußschutz und der in den Summenstromwandler eingebaute Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten den Überlastschutz.

Um sowohl bei einphasigen als auch bei dreiphasigen Überlastungen gegen Überlast zu schützen, wird der Varistor im Summenstromwandler wärmeschlüssig mit den Oberflächen der Außenleiter- und der Neutralleiter-Primärwicklungen angeordnet. Er ist einerseits mit einem Leiter des Hauptstromkreises (z.B. einem Außenleiter) verbunden, andererseits mit einem Zweipol in Serie geschaltet, den die Energiespeicherschaltung bildet und dessen zweiter Pol ebenfalls mit einem Leiter des Hauptstromkreises (z.B. dem Neutralleiter) verbunden ist. Bei Nennbetrieb fließt über den Varistor nur ein geringer Strom, der über einen Spannungsteiler die Energiespeicherschaltung nur wenig beeinflusst und den Speicherkondensator auf einen Bruchteil der Spannung auflädt, die für das Leitendwerden des spannungsabhängigen Schaltorgans der Energiespeicherschaltung erforderlich ist. Dadurch wird eine Art Energievorspeicherung erzielt, die auch benützt werden kann, um die Auslösekennlinie des FI-Schalters in bestimmten Grenzen zu ändern. Diese Vorspannung ist auch günstig, weil dadurch die Elektronik der Energiespeicherschaltung unter optimaler Bedingung arbeitet (günstige Betriebseigenschaften für die Gleichrichterschaltung und den Speicherkondensator), die bei der Lebensdauerberechnung als "dormant mode failure rate"-Bedingung gewertet werden kann. Dies ist Stand der Technik (AT 197 468 B und AT 205 574 B).

Die Schaltung des Varistors kann gemäß einer Ausführungsform der Erfindung so erfolgen, daß die Sekundärwicklung des Summenstromwandlers im Hilfsstromkreis in Serie geschaltet ist. Bei dieser Ausführungsform wird die Energiespeicherschaltung als Zweipol so geschaltet, daß im Varistorkreis die Sekundärwicklung des Summenstromwandlers in Serie geschaltet ist. Der Varistorstrom wirkt dann als Wechselstrom genauso wie der Sekundärstrom des Summenstromwandlers. Ein möglicher Nachteil dieser Schaltung ist die gegenseitige Beeinflussung von Sekundärstrom und Varistorstrom, die jedoch durch entsprechende Dimensionierungen verringert werden kann.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß der Hilfsstromkreis an die Energiespeicherschaltung über eine Gleichrichterschaltung parallel zu den Anschlüssen des Speicherkondensators angeschlossen ist.

Bei dieser Lösung wird noch ein Gleichrichter in den Varistorkreis geschaltet und als Zweipol dienen bei der Energiespeicherschaltung die beiden Anschlüsse des Speicherkondensators. Auch hier wird, wie oben dargestellt, bei Nennbetrieb der Speicherkondensator auf eine geringe Vorspannung aufgeladen und er arbeitet daher unter optimalen Betriebsbedingungen. Selbstverständlich können nach den Regeln der Technik in den Varistorkreis für die Dimensionierung noch Vor- oder Parallelwiderstände oder Bauelemente für den Überspannungsschutz eingesetzt werden. Die Energiespeicherschaltung bringt auch noch den Vorteil, daß der Varistor nur für geringe Betriebsströme dimensioniert zu werden braucht. Der Gleichrichter der Energiespeicherschaltung liegt bei dieser Schaltung vor der Anschlußstelle des Varistorkreises und sperrt dadurch den Varistorstrom über die Sekundärwicklung des Summenstromwandlers.

Die Fehlerstromauslösung arbeitet bei dem erfindungsgemäßen FI-Schalter über die Energiespeicherschaltung netzspannungsunabhängig und nur die Temperaturüberwachung des FI-Schalters hängt funktionell von der Netzspannung ab.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von in den Fig. 1 und 2 gezeigten Beispielen beschrieben.

Ein FI-Schalter besitzt Anschlußklemmen 9 für Netzleitungen L1, L2, L3, und N, ein Schaltschloß 6, das einen Kontaktapparat 8 betätigt, und eine Prüfeinrichtung 7. Weiters besitzt der FI-Schalter einen Summenstromwandler 2, dessen Sekundärwicklung 27 eine elektronische Energiespeicherschaltung 3 anspeist.

In der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform arbeitet der FI-Schalter mit einem monostabilen Relais 4. Die Sekundärwicklung 27 des Summenstromwandlers 2 ist über die netzspannungsunabhängige Energiespeicherschaltung 3 mit dem monostabilen Wandler-Relais 4 verbunden. Überschreitet der Fehlerstrom in der Primärwicklung des Summenstromwandlers 2 einen vorbestimmten Wert, dann gibt die Energiespeicherschaltung 3 einen Betätigungsimpuls auf das Wandler-Relais 4, wodurch dessen Relaiskontakt 5 geschlossen wird.

Der in Fig. 1 gezeigte FI-Schalter mit Überlastschutz besitzt einen Varistor 24 im Summenstromwandler 2, der über einen Hilfskontakt 20 im eingeschalteten Zustand des FI-Schalters mit einem Außenleiter L1 verbunden ist. Das andere Ende des Varistors 24 ist mit einem Pol des Eingangskreises der Energiespeicherschaltung 3 verbunden, an den auch ein Ende der Sekundärwicklung 27 des Summenstromwandlers 2 angeschlossen ist. Der andere Pol des Eingangskreises der Energiespeicherschaltung 2, an den das andere Ende der Sekundärwicklung 27 des Summenstromwandlers 2 angeschlossen ist, ist mit dem Neutralleiter N verbunden. So wird der FI-Schalter beim Überschreiten der zulässigen Temperatur im Summenstromwandler 2 über die Energiespeicherschaltung 3 ausgelöst und schaltet aus.

Der in Fig. 2 gezeigte FI-Schalter mit Überlastschutz besitzt einen Varistor 24 im Summenstromwandler 2, der über den Hilfskontakt 20 im eingeschalteten Zustand des FI-Schalters mit dem Außenleiter L1 verbunden ist. Das andere Ende des Varistors 24 ist über einen Gleichrichter 25 mit einem Anschluß des Speicherkondensators 12 verbunden, dessen anderes Ende an den Neutralleiter N angeschlossen ist. Der Gleichrichter 11 der Energiespeicherschaltung 3 sperrt den Varistorstrom über die Sekundärwicklung 27 des Summenstromwandlers 2. Der Speicherkondensator 12 wird also bei dieser Lösung mit pulsierendem Gleichstrom aufgeladen, wenn ein Fehlerstrom über die Primärwicklung des Summenstromwandlers 2 fließt.

Die Energiespeicherschaltung 3 kann, wie in Fig. 2 beispielhaft gezeigt, aus einem Speicherkondensator 12, einem ladespannungsabhängigen, elektronischen Schaltbaustein (spannungsabhängiger Festkörperschalter) 13 und einem Gleichrichter 11 aufgebaut sein.

Wenn das Wandler-Relais 4 als bistabiles Relais ausgebildet ist, kann dieses elektrisch durch eine Zeitverzögerungsschaltung ( $t_2$ ) 15 rückgestellt werden. Die Zeitverzögerungsschaltung 15 arbeitet netzspannungsabhängig. Durch die Zeitverzögerungsschaltung 15 wird der Relaiskontakt 5 über eine Rückstellschaltung 10 in seine Ausgangslage gebracht. Die Zeitverzögerungsschaltung 15 ist vor dem Kontaktapparat netzseitig mit den Leitungen L1 und N verbunden.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Fehlerstromschutzschalter, bestehend aus einem Gehäuse mit Anschlußklemmen (9) für Netzleitungen (L1, L2, L3, N), in dem ein Kontaktapparat (8) mit zugehörigem Schaltschloß (6), eine Prüfeinrichtung (7), ein Betätigungsorgan, ein elektromagnetischer Arbeitsstromauslöser (1) mit hoher Auslösekraft für das Schaltschloß (6) (Schloßauslöser), ein Summenstromwandler (2), eine elektronische Energiespeicherschaltung (3) und ein Relais (4) mit dazugehörigem Schließkontakt (5) (Wandler-Relais) untergebracht sind, wobei die Sekundärwicklung des Summenstromwandlers (2) ohne galvanische Verbindung mit den Netzleitungen die netzspannungsunabhängige, elektronische Energiespeicherschaltung (3) anspeist und beim Überschreiten eines bestimmten Grenzwertes des Auslösefehlerstromes die Energiespeicherschaltung (3) das Wandler-Relais (4) betätigt, welches Wandler-Relais (4) nicht nach dem Halte- oder Sperrmagnetprinzip arbeitet und durch das Schließen des dazugehörigen Relaiskontaktes (5) netzspannungsabhängig das Schaltschloß (6) betätigt, wodurch der Fehlerstromschutzschalter ausschaltet, **dadurch gekennzeichnet**, daß - wie an sich bekannt - im Summenstromwandler (2) ein Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten (NTC-Widerstand) (24) eingebaut ist, über den ein Hilfsstromkreis führt und daß dieser Hilfsstromkreis an zwei Hauptstrombahnen des Fehler-

stromschuttschalters angeschlossen ist und dadurch beim Überschreiten der zulässigen Übertemperatur im Summenstromwandler über die Energiespeicherschaltung (3) der Fehlerstromschuttschalter ausgelöst wird.

2. Fehlerstromschuttschalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sekundärwicklung (27) des Summenstromwandlers (2) im Hilfsstromkreis in Serie geschaltet ist.
3. Fehlerstromschuttschalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hilfsstromkreis an die Energiespeicherschaltung (3) über eine Gleichrichterschaltung (25) parallel zu den Anschlüssen des Speicherkondensators (12) angeschlossen ist.

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

[illegible]

Figur 2

