



(11)

EP 2 068 338 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.09.2014 Patentblatt 2014/38

(51) Int Cl.:
H01H 83/04 (2006.01) **H01H 71/46** (2006.01)
H02H 3/33 (2006.01) **H01H 1/50** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08169084.4**

(22) Anmeldetag: **14.11.2008**

(54) **Fehlerstromschutzschalter und Verfahren zum Durchführen eines Selbsttestes eines Fehlerstromschutzschalters**

Fault current circuit breaker and method of implementing a self-test for a fault current circuit breaker

Disjoncteur de protection à courant de défaut et procédé d'exécution d'un contrôle automatique d'un disjoncteur de protection à courant de défaut

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

(30) Priorität: **07.12.2007 DE 102007058989**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.06.2009 Patentblatt 2009/24

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft 80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Huber, Hans-Jürgen 93047, Regensburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 1 562 213 DE-A1- 4 432 643

EP 2 068 338 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Fehlerstromschutzschalter, aufweisend einen Summenstromwandler, eine Auswerteelektronik, wenigstens ein erstes bewegliches Kontaktelement, welches mit einer Kraft beaufschlagt ist, wenigstens ein zweites Kontaktelement, welches mit dem wenigstens einen ersten Kontaktelement elektrisch verbindbar ist, eine Auslösemechanik zur Entriegelung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes, sowie eine Steuereinheit, die über eine Steuerleitung mit dem Summenstromwandler verbunden ist, und eine Prüfungseinrichtung, mit einem Prüf Widerstand und einer Prüftaste, zur Erzeugung eines definierten Fehlerstromes. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Durchführen eines Selbsttestes eines Fehlerstromschutzschalters.

[0002] Fehlerstromschutzschalter können Erdschlussströme erfassen und trennen bei der Erfassung eines Erdschlussstromes alle mit dem Fehlerstromschutzschalter verbundenen Stromleiter eines zu schützenden Stromkreises. Fehlerstromschutzschalter sind zwischen einer Spannungsversorgung und einer zu versorgenden Last geschaltet.

[0003] Zur Sicherstellung der ordnungsgemäßen Funktion des Fehlerstromschutzschalters ist in gewissen Zeitabständen ein Test der Funktionsfähigkeit des Fehlerstromschutzschalters durchzuführen. Dabei wird überprüft, ob die Auslösefunktion des Fehlerstromschutzschalters intakt ist.

Die Überprüfung erfolgt in der Regel durch einen Benutzer. Dieser drückt hierzu eine im Fehlerstromschutzschalter integrierte Prüftaste einer Prüfeinrichtung. Dabei wird im Fehlerstromschutzschalter ein definierter Fehlerstrom erzeugt, der diesen zum Auslösen bringt.

[0004] Dieses Verfahren birgt jedoch zwei entscheidende Nachteile. Der regelmäßig durchzuführende Test wird oftmals nicht angestoßen, weil der Benutzer dies vergisst. Ferner werden bei Prüfung der Auslösefunktion die Verbraucher temporär vom Stromkreis getrennt, was in vielen Fällen nicht gewünscht ist, weil die Last bzw. die Anlage, in der der Fehlerstromschutzschalter integriert ist, dann nicht verfügbar ist.

[0005] Daher ist ein Fehlerstromschutzschalter wünschenswert, der die ordnungsgemäße Funktion aller seiner, zum Auslösen notwendigen Komponenten selbstständig in regelmäßigen Abständen prüft, ohne dabei den Stromkreis zu unterbrechen.

[0006] Eine Möglichkeit, einen Fehlerstromschutzschalter mit Selbsttestfunktion zu realisieren, ist in der EP 1 562 213 B1 offenbart. Bei der dort beschriebenen Anordnung werden während des Selbsttestes Kontaktpaare geschlossen, die einen Bypass zu den eigentlichen Schaltkontakten darstellen und die Versorgung der Verbraucher während des Tests sicherstellen. Nachteilig hierbei ist jedoch, dass sich durch diese zusätzlichen Kontaktpaare der Platzbedarf und auch die Kosten des Fehlerstromschutzschalters erhöhen, da neben dem re-

lativ teurem Kontaktmaterial auch ein zusätzlicher Stellantrieb zum Schließen und Öffnen dieser Hilfskontakte erforderlich ist.

[0007] Die DE 44 32 643 offenbart ein Verfahren zum Durchführen eines Selbsttestes eines Fehlerstromschutzschalters, aufweisend einen Summenstromwandler, eine Auswerteelektronik, wenigstens ein erstes bewegliches Kontaktelement, welches mit einer Kraft beaufschlagt ist, wenigstens ein zweites bewegliches Kontaktelement, welches mit dem wenigstens einen ersten Kontaktelement elektrisch verbindbar ist, wobei das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement mit einer Kraft beaufschlagt und durch Begrenzungsmittel in einer Ausgangsposition fixiert ist, eine Auslösemechanik zur Bedienung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes, sowie eine in einem Auslöser integrierte Steuereinheit, die über eine Steuerleitung mit dem Summenstromwandler verbunden ist, und eine Prüfungseinrichtung, mit einem Prüf Widerstand und einer Prüftaste, mit den Schritten: a) Betätigung der Prüfungseinrichtung durch Drücken der Prüftaste, und b) Erzeugung eines definierten Fehlerstromes durch die Steuereinheit über die Steuerleitung.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen konstruktiv einfachen und kostengünstig herzustellenden Fehlerstromschutzschalter zu schaffen, der die ordnungsgemäße Funktion aller seiner, zum Auslösen notwendigen Komponenten selbstständig in regelmäßigen Abständen prüft, ohne dabei den oder die abgesicherten Stromkreis(e) zu unterbrechen. Ferner soll ein einfaches und kostengünstig durchführbares Verfahren zur selbstständigen Überprüfung der Funktionstätigkeit eines Fehlerstromschutzschalters geschaffen werden.

[0009] Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß durch einen Fehlerstromschutzschalter mit den Merkmalen gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 sowie durch ein Verfahren zum Durchführen eines Selbsttestes eines Fehlerstromschutzschalters gemäß dem Patentanspruch 11 gelöst. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie den Zeichnungen. Merkmale und Details die im Zusammenhang mit dem Fehlerstromschutzschalter beschrieben sind gelten dabei selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem Verfahren zum Durchführen eines Selbsttestes eines Fehlerstromschutzschalters, und jeweils umgekehrt.

[0010] Gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe durch einen Fehlerstromschutzschalter, aufweisend einen Summenstromwandler, eine Auswerteelektronik, wenigstens ein erstes bewegliches Kontaktelement, welches mit einer Kraft beaufschlagt ist, wenigstens ein zweites Kontaktelement, welches mit dem wenigstens einen ersten Kontaktelement elektrisch verbindbar ist, eine Auslösemechanik zur Entriegelung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes, sowie eine Steuereinheit, die über eine Steuerleitung mit dem Summenstromwandler verbunden ist, und eine Prüfungseinrichtung, mit einem Prüf Widerstand und einer

Prüftaste, zur Erzeugung eines definierten Fehlerstromes, bei dem das wenigstens eine zweite Kontaktelement beweglich gelagert und mit einer Kraft beaufschlagt ist, um der Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes folgen zu können, dass Begrenzungsmittel vorgesehen sind, um die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes zu begrenzen, und dass Überprüfungsmitel zur Feststellung der Bewegung des wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelementes vorgesehen sind, gelöst.

[0011] Der Kern der Erfindung liegt in der Verwendung von wenigstens einem zweiten beweglichen Kontaktelement, d.h. den eigentlichen Festkontakten, die beim Selbsttest des Fehlerstromschutzschalters der Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes folgen können, und in der Begrenzung der Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes und damit auch des wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelementes. Das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement stellt den aus dem Stand der Technik bekannten beweglichen Kontakt dar, während das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement den eigentlichen Festkontakt darstellt. Durch einen derartigen Fehlerstromschutzschalter sind alle zur Auslösung des Fehlerstromschutzschalters erforderlichen Komponenten, wie zum Beispiel der Summenstromwandler, die Auswerteelektronik oder die Auslösemechanik, prüfbar, ohne dass die Last, die dem Fehlerstromschutzschalter nachgeschaltet ist, vom Stromkreis getrennt werden muss. Die Anzahl der zum Selbsttest erforderlichen Teile ist geringer, als bei einer aus dem Stand der Technik bekannten Lösung, bei der parallele Schaltkontakte und zusätzliche Stellantriebe benötigt werden. Durch einen derartigen Fehlerstromschutzschalter lassen sich Kosten sparen und der Fehlerstromschutzschalter kann kompakt aufgebaut werden.

[0012] Bei dem Selbsttest des Fehlerstromschutzschalters wird ein Fehlerstrom erzeugt und das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement aus einer ersten Position, d.h. der Ausgangsposition, in eine zweite definierte Position, bewegt. Dieser Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes folgt das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement, so dass der elektrische Kontakt beider Kontaktelemente und damit der Stromkreis nicht unterbrochen wird. Hierzu wird das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement mit einer Kraft beaufschlagt. Wird festgestellt, dass das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement der Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes gefolgt ist und ist der Stromkreis nicht unterbrochen, sind die zum Auslösen des Fehlerstromschutzschalters erforderlichen Elemente voll funktionsfähig. D.h., durch das Anlegen eines vordefinierten Fehlerstromes wird die Funktionstätigkeit des Fehlerstromschutzschalters, d.h., des Summenstromwandlers, der Auslösemechanik, der Auswerteelektronik und der Kontaktelemente selbst, überprüft.

Wird der Stromkreis nach Anlegen des definierten Fehlerstromes unterbrochen, ist dies ein Indiz dafür, dass der Fehlerstromschutzschalter defekt ist. Im Prinzip läuft in dem Fehlerstromschutzschalter das gleiche Prinzip ab, wie bei dem Vorliegen eines realen Fehlerstromes, nur dass die Bewegung der Kontaktelemente eingeschränkt wird. Die Einschränkung der Bewegung des ersten und damit auch des zweiten Kontaktelementes wird durch das Begrenzungsmittel realisiert. Zum Feststellen der Funktionsfähigkeit des Fehlerstromschutzschalters, d.h. der zum Auslösen notwendigen Elemente, ist es ausreichend, wenn festgestellt wird, dass sich sowohl das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement, als auch das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement über eine bestimmte Distanz bewegen. Die vollständige Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes wird jedoch bei dem Selbsttest nicht ermöglicht, wodurch der Stromkreis aufrecht gehalten werden kann. Dies erfolgt dadurch, dass das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement durch seine bewegliche Lagerung der begrenzten Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes folgen kann.

[0013] Durch die Überprüfung der Bewegung des wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelementes kann festgestellt werden, dass auch das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement sich bewegt haben muss. D.h., hat sich das zweite Kontaktelement in eine vordefinierte Position bewegt, muss auch das erste Kontaktelement sich in eine vordefinierte Position bewegt haben. Dies funktioniert jedoch nur, wenn die auslösenden Elemente, d.h., der Summenstromwandler, die Auslösemechanik, die Auswerteelektronik und die entsprechenden Verbindungsleitungen, voll funktionsfähig sind. D.h., anhand der Bewegung des zweiten beweglichen Kontaktelementes und des nicht unterbrochenen Stromkreises können die Überprüfungsmitel Rückschlüsse auf die Funktionsfähigkeit des Fehlerstromschutzschalters treffen.

[0014] Besonders bevorzugt ist ein Fehlerstromschutzschalter, bei dem eine beweglich gehaltene Verklüngungseinheit und eine Schaltaktorik zur Steuerung der Verklüngungseinheit vorgesehen sind, wobei die Verklüngungseinheit mit dem wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelement und/oder mit dem wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelement in Wirkkontakt bringbar ist, um die Bewegung der Kontaktelemente freizugeben und/oder zu beschränken. Die Verklüngungseinheit stellt das Begrenzungsmittel dar. Die beweglich gehaltene Verklüngungseinheit kann über die Schaltaktorik und diese über die Steuereinheit gesteuert werden. Die Verklüngungseinheit ist dabei derart ausgebildet, dass sie in einer Lage die Bewegung des wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelementes verhindern kann. D.h., in dieser Lage befindet sich der Fehlerstromschutzschalter in seinem Normalzustand. Die wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelemente sind in dem Normalzustand des Fehlerstromschutz-

schalters durch die Verklüngungseinheit fixiert. Bei einem Auslösevorgang aufgrund eines real auftretenden Fehlerstroms entriegelt die Schaltmechanik die wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelemente. Dadurch werden die wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelemente von den fixierten wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelement getrennt und der Stromkreis unterbrochen. In dieser Funktion unterscheidet sich der Fehlerstromschutzschalter nicht von einem gewöhnlichen Fehlerstromschutzschalter.

[0015] Die Verklüngungseinheit kann aufgrund seiner Ausgestaltung in einer anderen Lage die Bewegung des wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelementes freigeben, und gleichzeitig die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes nach einer bestimmten Verschwenkung oder Verdrehung einschränken. Hierzu ist die Verklüngungseinheit bevorzugt beweglich an dem Fehlerstromschutzschalter gelagert. Durch eine Verschiebung oder insbesondere eine Verschwenkung der Verklüngungseinheit kann diese die Bewegung des ersten und des zweiten Kontaktelementes steuern. Die Verklüngungseinheit ist durch die Schaltaktorik, die von der Steuereinheit angesteuert wird, bewegbar. Dabei setzt die Schaltaktorik elektronische Signale der Steuereinheit in eine mechanische Bewegung um, d.h. sie bewegt die Verklüngungseinheit.

[0016] Die Verklüngungseinheit des Fehlerstromschutzschalters weist bevorzugt eine ringsegmentförmige Form auf. Insbesondere die Form eines halben Ringsegmentes ist besonders vorteilhaft. So kann die Außenmantelfläche eines freien Endes der ringsegmentförmigen Verklüngungseinheit das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement fixieren. Bei einer Bewegung der Verklüngungseinheit, insbesondere bei einer Drehung der Verklüngungseinheit um eine Drehachse, kann die Verklüngungseinheit das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement freigeben, so dass dieses beweglich gehalten ist. Bei der Erzeugung eines vordefinierten Fehlerstromes wird die Verklüngungseinheit aus der Position, in der sie das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement fixiert, in eine zweite vordefinierte Position bewegt, insbesondere gedreht oder verschwenkt, so dass die Innenmantelfläche des anderen freien Endes der ringsegmentförmigen Verklüngungseinheit die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes begrenzt. D.h., das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement kann beispielsweise um eine bestimmte Gradzahl gedreht werden, bevor es an der Innenmantelfläche der ringsegmentförmigen Verklüngungseinheit anschlägt. Die Bewegung des ersten Kontaktelementes wird also durch die Form der Verklüngungseinheit begrenzt.

[0017] Das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement ist mit einer Kraft beaufschlagt, um der Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes zu folgen. So kann das zweite bewegliche Kontaktelement auch bei einer Bewegung des ersten beweglichen Kontaktelementes mit diesem in Kontakt blei-

ben und der Stromkreis aufrecht gehalten werden, so dass die Last nicht von Stromnetz getrennt werden muss. Der Funktionstest des Fehlerstromschutzschalters kann durchgeführt werden, ohne dass die nachgeschaltete Last beeinflusst wird.

[0018] Bevorzugt ist ein Fehlerstromschutzschalter, bei dem das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement durch ein erstes Federelement mit einer Kraft beaufschlagbar und dass das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement durch ein zweites Federelement mit einer Kraft beaufschlagbar ist. Hierdurch können die Bewegungen der beiden Kontaktelemente vorgegeben werden, sobald sie freigegeben werden. Das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement ist vorteilhafterweise durch eine Zugkraft, insbesondere über eine Zugfeder, beaufschlagt, während das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement durch eine Druckkraft, insbesondere über eine Druckfeder, beaufschlagt ist. Nach dem Entriegeln des ersten Kontaktelementes durch die Schaltmechanik zieht die Zugfeder das erste Kontaktelement aus seiner Ausgangsposition in die vordefinierte zweite Position. Die Druckfeder drückt bei der Bewegung des ersten Kontaktelementes das zweite Kontaktelement permanent an das erste Kontaktelement an, so dass diese in einem elektrischen Kontakt bleiben.

[0019] Zur sicheren Bewegung der Verklüngungseinheit ist diese durch ein drittes Federelement ebenfalls mit einer Kraft beaufschlagt. Das dritte Federelement ist bevorzugt eine Druckfeder, kann aber, je nach Angriffspunkt der Feder an der Verklüngungseinheit, auch eine Zugfeder sein. Durch das dritte Federelement, insbesondere die Druckfeder, wird die Verklüngungseinheit zunächst in einer Position gehalten, in der es das erste bewegliche Kontaktelement in der Ausgangsposition fixiert. Durch die Schaltaktorik wird die Verklüngungseinheit entgegen der Federkraft des dritten Federelementes bewegt.

[0020] Bevorzugt ist daher eine Fehlerstromschutzschalter, bei der die Verklüngungseinheit derart ausgebildet ist, dass sie eine Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes aus einer Ausgangsposition in eine zweite definierte Position ermöglicht. D.h., die Verklüngungseinheit ermöglicht eine vordefinierte Bewegung der beiden Kontaktelemente aufgrund der Kraftbeaufschlagung durch die Federelemente.

[0021] Die Überprüfungsmitel können gesondert in dem Fehlerstromschutzschalter angeordnet sein. Besonders bevorzugt ist ein Fehlerstromschutzschalter, bei dem die Überprüfungsmitel Teil der Steuereinheit sind. Die Überprüfungsmitel werten die Bewegung zumindest des wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelementes aus. Die Überprüfungsmitel können auch die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes auswerten. Hat das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement eine definierte zweite Position eingenommen, d.h. eine vorgegebene Strecke zurückgelegt, ist dies ein Indiz dafür, dass sämtliche Kom-

ponenten, die zur Auslösung des Fehlerstromschutzschalters und damit zur Unterbrechung des Stromkreises erforderlich sind, funktionieren. Hat das zweite Kontaktelement die vordefinierte Position nicht erreicht, ist das ein Indiz dafür, dass ein Fehler in dem Fehlerstromschutzschalter vorliegt. Dabei kann der Fehler in dem Summenstromwandler, der Auswerteelektronik, der Auslösemechanik oder auch in den Kontaktelementen selbst vorliegen. Sind die Kontakte der Kontaktelemente miteinander verschweißt, so können die Kontaktelemente nicht bewegt werden, da eine Relativbewegung der Kontaktelemente zueinander erforderlich ist, ohne das der Kontakt zwischen diesen abbricht.

[0022] Bevorzugt weisen die Überprüfungsmitel der Fehlerstromschutzschalter einen Schaltkontakt auf, der mit der Steuereinheit und dem zweiten beweglichen Kontaktelement verbunden ist. Ist der Schaltkontakt geöffnet, ist dies beispielsweise ein Anzeichen dafür, dass das zweite bewegliche Kontaktelement die zweite vordefinierte Position erreicht hat und damit sämtliche zur Auslösung erforderlichen Komponenten des Fehlerstromschutzschalters funktionieren. Ist der Schaltkontakt geschlossen, hat zumindest eine Komponente des Fehlerstromschutzschalters nicht funktioniert. Ob der Schaltkontakt geöffnet oder geschlossen ist wird durch die Überprüfungsmitel festgestellt.

[0023] Bevorzugt weisen alle Kontaktelemente jeweils eine Kontaktstelle auf, wobei bei einem geschlossenen Stromkreis die entsprechenden Kontaktstellen der Kontaktelemente miteinander verbunden sind. Die Kontaktstellen weisen ein sehr leitfähiges Kontaktmaterial auf. Ein Fehlerstromschutzschalter, bei dem ein Stellantrieb vorgesehen, über den die Steuereinheit das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement und das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement bewegen kann, ist ebenfalls besonders bevorzugt. Durch den Stellantrieb kann die Steuereinheit die Kontaktelemente nach Beendigung des Funktionstestes des Fehlerstromschutzschalters wieder zurück in ihre Ausgangspositionen bewegen. Nach der Zurückführung der Kontaktelemente in ihre Ausgangspositionen wird auch die Verklüpfungseinheit derart bewegt, dass sie das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement in seiner Ausgangsposition fixiert.

[0024] Der Fehlerstromschutzschalter kann mehrere Verklüpfungseinheiten aufweisen.

[0025] Ferner ist ein Fehlerstromschutzschalter bevorzugt, bei dem die Auswerteelektronik mit der Steuereinheit verbunden ist. Hierdurch ist es möglich, dass während des Selbsttestes des Fehlerstromschutzschalters dieser auch einen realen Fehlerstrom feststellen kann. In diesem Fall wird die Verklüpfungseinheit wieder in ihre Ausgangsposition gebracht, wobei die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes nicht mehr begrenzt werden und dieser somit vollständig geöffnet werden kann. D.h., in der vollständig geöffneten Position ist das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement derart

weit verschwenkt oder verdreht worden, dass das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement dem ersten Kontaktelement nicht mehr folgen kann und dadurch der Stromkreis durch den Fehlerstromschutzschalter unterbrochen wird. Die Bewegung des wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelementes kann beispielsweise durch das zweite Federelement begrenzt werden.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform des Fehlerstromschutzschalters weist dieser eine Anzeigeeinrichtung und/oder eine Eingabeeinrichtung auf. Die Anzeigeeinrichtung und/oder die Eingabeeinrichtung sind mit der Steuereinheit des Fehlerstromschutzschalters verbunden. Durch die Anzeigeeinrichtung kann beispielsweise der Zustand des Fehlerstromschutzschalters angezeigt werden. So kann beispielsweise angezeigt werden: "Selbsttest erfolgreich", Fehlerstromschutzschalter betriebsbereit" "Fehlerstromschutzschalter defekt", etc.. Die Eingabeeinrichtung kann Bedienelemente aufweisen, über die beispielsweise der automatische Selbsttest des Fehlerstromschutzschalters aktiviert oder gesperrt werden kann.

[0027] Gemäß des zweiten Aspektes der Erfindung wird die Aufgabe durch ein Verfahren zum Durchführen eines Selbsttestes eines Fehlerstromschutzschalters, aufweisend einen Summenstromwandler, eine Auswerteelektronik, wenigstens ein erstes bewegliches Kontaktelement, welches mit einer Kraft beaufschlagt ist, wenigstens ein zweites bewegliches Kontaktelement, welches mit dem wenigstens einen ersten Kontaktelement elektrisch verbindbar ist, gelöst, wobei das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement mit einer Kraft beaufschlagt und durch Begrenzungsmittel in einer Ausgangsposition fixiert ist, eine Auslösemechanik zur Bedienung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes, sowie eine Steuereinheit, die über eine Steuerleitung mit dem Summenstromwandler verbunden ist, und eine Prüfungseinrichtung, mit einem Prüf Widerstand und einer Prüftaste, wobei das Verfahren durch folgende Schritte gekennzeichnet ist:

- a) Freigabe der Bewegung des zweiten beweglichen Kontaktelementes durch die Steuereinheit;
- b) Betätigung der Prüfungseinrichtung durch Drücken der Prüftaste;
- c) Erzeugung eines definierten Fehlerstromes durch die Steuereinheit über die Steuerleitung;
- d) Entriegelung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes durch die Schaltmechanik, bei Feststellung eines Fehlerstromes durch die Auswerteelektronik, die den Summenstromwandler überwacht;
- e) Positionieren der Begrenzungsmittel, um die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes zu begrenzen,
- e) Feststellung durch Überprüfungsmitel, ob das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement

dem wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelement gefolgt ist und die wenigstens beiden Kontaktelemente elektrisch miteinander verbunden geblieben sind.

[0028] Im Normalzustand ist das zweite bewegliche Kontaktelement durch Begrenzungsmittel in einer Ausgangsposition fixiert. In dem Normalzustand ist das erste bewegliche Kontaktelement durch die Schaltmechanik verriegelt. Bei Auftreten eines realen Fehlerstromes, welcher von der Auswerteelektronik an dem Summenwandler festgestellt wird, sendet die Auswerteelektronik ein Signal an die Schaltmechanik und diese entriegelt das erste bewegliche Kontaktelement. Hierdurch wird der Stromkreis unterbrochen und die Last vor Schäden geschützt. Diese Funktionsweise entspricht der Funktion eines gewöhnlichen Fehlerstromschutzschalters.

[0029] Bei dem Fehlerstromschutzschalter mit Selbsttestfunktion werden folgende Schritte durchgeführt: Zu Beginn des Selbsttests erfolgt zunächst die Freigabe der Bewegung des zweiten beweglichen Kontaktelementes durch die Steuereinheit. D.h., die Fixierung des zweiten Kontaktelementes wird gelöst, so dass dieses frei beweglich ist. Dabei wird die Bewegung des zweiten Kontaktelementes nur noch durch das erste Kontaktelement unterbunden. In einem nächsten Schritt wird die Prüfungseinrichtung durch Drücken der Prüftaste betätigt. Dies kann manuell erfolgen, aber auch voll automatisch durch den Fehlerstromschutzschalter. Nach der Betätigung der Prüfungseinrichtung erzeugt die Steuereinheit über die Steuerleitung einen definierten Fehlerstrom. Dieser definierte Fehlerstrom bringt den Fehlerstromschutzschalter zur Auslösung. D.h., bei Feststellung eines Fehlerstromes durch die Auswerteelektronik, die den Summenstromwandler überwacht, entriegelt die Schaltmechanik das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement. Hierdurch ist das erste Kontaktelement frei beweglich. Parallel zur Entriegelung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes wird das Begrenzungsmittel positioniert, das die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes begrenzen. Nach der Entriegelung bewegt sich das erste Kontaktelement aufgrund der Kraft, die auf das Kontaktelement wirkt, aus seiner Ausgangsposition. D.h., das wenigstens eine erste Kontaktelement wird aufgrund der Kraftbeaufschlagung derart bewegt, in der Regel verschwenkt oder verdreht, bis die Bewegung durch das Begrenzungsmittel gestoppt wird. Die Überprüfungsmitel des Fehlerstromschutzschalters stellen fest, ob das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement dem wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelement gefolgt ist und die wenigstens beiden Kontaktelemente dabei elektrisch miteinander verbunden geblieben sind. D.h., das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement kann ebenfalls verschwenken oder verdrehen. Das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement ist ebenfalls mit einer Kraft beaufschlagt, die so auf das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement

wirkt, dass dieses der Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes folgen kann. Dies wird durch das Überprüfungsmitel überprüft. Stellt das Überprüfungsmitel fest, dass das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement ebenfalls aus seiner Ausgangsposition fort bewegt wurde, und zwar über eine bestimmte vordefinierte Strecke, so können Rückschlüsse auf die Funktionsfähigkeit der Komponenten des Fehlerstromschutzschalters, die für die Auslösung bei Auftreten eines Fehlerstromes erforderlich sind, getätigt werden. Entscheidend dabei ist, inwieweit sich das zweite Kontaktelement aus seiner Ausgangsposition entfernt hat. Im optimalen Fall ist das zweite Kontaktelement der Bewegung des ersten Kontaktelementes gefolgt. Die Bewegung des zweiten Kontaktelementes wird dann durch die Begrenzung der Bewegung des ersten Kontaktelementes ebenfalls gestoppt. Dabei bewegen sich die beiden Kontaktelemente relativ zu einander, bleiben aber elektrisch miteinander verbunden. So kann es passieren, dass zwar die beiden Kontaktelemente miteinander verbunden bleiben, diese aber nicht oder nur unwesentlich aus ihren Ausgangspositionen weg bewegt werden. Dies ist dann der Fall, wenn die elektrisch in Verbindung stehenden Kontaktstellen der Kontaktelemente miteinander verschweißt worden sind. Dadurch ist die erforderliche Relativbewegung der Kontaktelemente zueinander nicht mehr möglich, wodurch die Verschwenkung oder Verdrehung der Kontaktelemente unterbunden wird. Die nicht erfolgte Bewegung des zweiten Kontaktelementes ist dann ein Indiz für das Überprüfungsmitel, dass der Fehlerstromschutzschalter defekt ist und bei dem Auftreten eines realen Fehlerstromes den Stromkreis nicht abschalten würde und die nachgeschaltete Last nicht schützen könnte.

[0030] Durch ein derartiges Verfahren kann sehr einfach die Funktionsfähigkeit eines Fehlerstromschutzschalters geprüft werden, ohne dass der Stromkreis unterbrochen werden muss. Das Verfahren ist sehr einfach durchführbar. Es werden kaum andere Komponenten benötigt, die nicht sowieso für Betrieb des Fehlerstromschutzschalters notwendig wären. Die entscheidende Änderung ist die bewegliche Lagerung des zweiten Kontaktelementes und die Begrenzungsmittel, die sowohl die Bewegung des ersten, als auch des zweiten Kontaktelementes beeinflussen können. Im Normalbetrieb, d.h., wenn der Selbsttest der Funktionsfähigkeit der Auslösekomponenten, nicht durchgeführt wird, fixieren die Begrenzungsmittel das zweite bewegliche Kontaktelement in seiner Ausgangsposition. Nur im Falle des Selbsttests wird das Begrenzungsmittel bewegt und gibt die Bewegung des zweiten Kontaktelementes frei. Die beiden Kontaktelemente können über eine bestimmte vordefinierte Strecke bewegt werden, ohne dass der elektrische Kontakt zwischen ihnen unterbrochen wird. Dies gewährleistet zum einen das Begrenzungsmittel und zum anderen die Kraftbeaufschlagung der beiden Kontaktelemente. Die zur Feststellung des Fehlerstroms und zur Steuerung des Begrenzungsmittels notwendigen

Komponenten sind bereits in dem Fehlerstromschutzschalter vorhanden. Die Überprüfungsmitel können gesondert in dem Fehlerstromschutzschalter angeordnet werden, sie können aber auch Teil der vorhandenen Steuereinheit sein.

[0031] Besonders bevorzugt ist ein Verfahren, bei dem die Freigabe der Bewegung des wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelementes durch die Bewegung einer Verklüpfungseinheit erfolgt, welche das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement in seiner Ausgangsposition fixiert. D.h., das Begrenzungsmittel weist eine Verklüpfungseinheit auf. Die Verklüpfungseinheit wird durch eine Schaltaktorik bewegt. D.h., die Verklüpfungseinheit ist bevorzugt verschwenkbar oder verdrehbar gelagert. Besonders bevorzugt weist die Verklüpfungseinheit eine halbringförmige Form auf. Ein erstes freies Ende einer derartigen Verklüpfungseinheit kann das zweite Kontaktelement in seiner Ausgangsposition fixieren. Nach der Verschwenkung oder Verdrehung der Verklüpfungseinheit gibt das erste freie Ende das zweite Kontaktelement frei und das andere freie Ende der Verklüpfungseinheit wird derart positioniert, dass es die Bewegung des ersten Kontaktelementes begrenzen kann. Dabei wird das andere freie Ende der Verklüpfungseinheit derart positioniert, dass das erste Kontaktelement an dieses Ende der Verklüpfungseinheit anschlägt und aufgrund der auf das zweite Kontaktelement wirkenden Kraft dort verharrt. Die Begrenzung der Bewegung des ersten und damit auch des zweiten Kontaktelementes sorgt dafür, dass die beiden Kontaktelemente elektrisch miteinander verbunden bleiben, so dass die Funktionsüberprüfung der Komponenten, die für die Trennung der Stromunterbrechung erforderlich sind, geprüft werden können, ohne dass der Strom unterbrochen wird. Die nachgeschaltete Last bekommt sozusagen nichts von dem Selbsttest des Fehlerstromschutzschalters mit.

[0032] Bevorzugt ist ferner ein Verfahren, bei dem das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement durch die Kraft eines zweiten Federelementes in Richtung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes gedrückt wird. Die Kraftbeaufschlagung auf das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement und das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement erfolgt vorteilhafterweise durch Federelemente. D.h., das erste Kontaktelement wird bevorzugt durch eine Zugfeder kraftbeaufschlagt, während das zweite Kontaktelement bevorzugt durch eine Druckfeder mit einer Kraft beaufschlagt wird. Durch die Kraftbeaufschlagung des zweiten Kontaktelementes mittels einer Druckfeder kann das zweite Kontaktelement auf eine einfache, aber effektiven Art und Weise dem ersten Kontaktelement folgen, ohne dass die Kontaktstellen der Kontaktelemente getrennt werden. Das erste Kontaktelement wird durch die Zugfeder bis zum Anschlag an das Begrenzungsmittel verschwenkt bzw. verdreht. D.h., bevorzugt begrenzt die Verklüpfungseinheit die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes.

[0033] Besonders bevorzugt ist des Weiteren ein Ver-

fahren, bei dem nach erfolgtem Selbsttest die Steuereinheit mittels eines Stellantriebes die wenigstens beiden beweglichen Kontaktelemente in ihre Ausgangspositionen zurück bringt, in der der Fehlerstromschutzschalter im Normalzustand ist. Der Stellantrieb übt eine Kraft auf das erste bewegliche Kontaktelement aus, so dass dieses in Richtung seiner Ausgangsposition zurück bewegt wird. Durch die Bewegung des ersten beweglichen Kontaktelementes wird das zweite bewegliche Kontaktelement ebenfalls mitbewegt, bis es seine Ausgangsposition erreicht hat. Sobald beide Kontaktelemente ihre Ausgangspositionen eingenommen haben, wird die Verklüpfungseinheit derart bewegt, dass diese das erste Kontaktelement fixiert. Dabei kann die Bewegung der Verklüpfungseinheit durch eine an der Verklüpfungseinheit fixierte Druckfeder erfolgen. D.h., sobald die Schaltaktorik keine Kraft mehr auf die Verklüpfungseinheit ausübt, wird diese aufgrund der auf sie wirkenden Federkraft in Ihre Ursprungslage zurück bewegt, in der sie das erste Kontaktelement fixiert.

[0034] Besonders bevorzugt ist ferner ein Verfahren das dadurch gekennzeichnet ist, dass bei Feststellung eines realen Fehlerstromes die Verklüpfungseinheit durch die Schaltaktorik bewegt wird, so dass das vollständige Öffnen des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes ermöglicht und dadurch der wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement von dem wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelement getrennt wird. D.h., der Fehlerstromschutzschalter hält auch während des Selbsttestes seine eigentliche Funktion aufrecht und schützt weiterhin die Last vor einem real auftretenden Fehlerstrom.

Dabei wird das Begrenzungsmittel, insbesondere die Verklüpfungseinheit, derart bewegt, dass dieses das erste Kontaktelement nicht mehr in seiner Bewegung begrenzt. Das erste bewegliche Kontaktelement wird von dem zweiten beweglichen Kontaktelement entfernt, die elektrische Verbindung getrennt und dadurch die Last vor einem Fehlerstrom geschützt. Das zweite bewegliche Kontaktelement kann dieser weiteren Bewegung des ersten Kontaktelementes nicht mehr folgen. So kann beispielsweise das zweite Federelement, welches an dem zweiten Kontaktelement fixiert ist, eine weitere Bewegung des zweiten Kontaktelementes in Richtung des ersten Kontaktelementes unterbinden.

[0035] Besonders bevorzugt ist ein Verfahren, bei dem die zuvor erwähnten Verfahrensschritte wiederholt automatisch durchgeführt werden. Der Fehlerstromschutzschalter führt automatisch Selbsttests bzw. Funktionstests durch. Der Fehlerstromschutzschalter kann durch Drücken der Prüftaste auch manuell geprüft werden. Bevorzugt wird die Prüfung jedoch automatisch von dem Fehlerstromschutzschalter durchgeführt, ohne dass ein Eingriff von außen erforderlich ist. So kann die Prüfung in regelmäßigen oder unregelmäßigen Abständen wiederholt werden.

[0036] Das Ergebnis der Überprüfung kann auf einer Anzeigeeinrichtung dargestellt werden. So kann der ak-

tuelle Zustand des Fehlerstromschutzschalters, wie beispielsweise "Selbsttest erfolgreich", "Fehlerstromschutzschalter betriebsbereit", "Fehlerstromschutzschalter defekt", oder Ähnliches, auf der Anzeigeeinrichtung dargestellt werden. Ferner kann die Anzeigeeinrichtung neben der optischen Anzeige eine akustische Anzeige durchführen, insbesondere wenn ein Fehler gefunden wurde. Über eine Eingabeeinrichtung kann der Fehlerstromschutzschalter ferner programmiert werden. So können Bedienelemente vorgesehen sein, über die die Steuereinheit programmiert werden kann. So kann beispielsweise der automatische Selbsttest aktiviert oder gesperrt werden.

Bevorzugt ist ein Verfahren, bei dem zur Durchführung des Verfahrens der Fehlerstromschutzschalter wie gemäß des ersten Aspektes beschrieben ausgebildet ist.

[0037] Die Erfindung wird nun anhand von nicht abschließlichen Ausführungsbeispielen, unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnungen, näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 ein Blockschaltbild des Fehlerstromschutzschalters;

Figur 2 eine schematische Ansicht der Kontaktelemente und des Begrenzungselementes in einem Normalzustand;

Figur 3 eine schematische Ansicht der Kontaktelemente und des Begrenzungselementes bei einer Auslösung durch einen realen Fehlerstrom;

Figur 4 eine schematische Ansicht der Kontaktelemente und des Begrenzungselementes zu Beginn der Auslösung durch einen definierten Fehlerstrom (Selbsttest);

Figur 5 eine schematische Ansicht der Kontaktelemente und des Begrenzungselementes nach einer Auslösung durch einen definierten Fehlerstrom (Selbsttest);

Figur 6 eine schematische Ansicht der Kontaktelemente und des Begrenzungselementes bei einer Auslösung durch einen realen Fehlerstrom während des Selbsttestes.

[0038] Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild des Fehlerstromschutzschalters 30. Der Grundaufbau ist identisch mit einem herkömmlichen Fehlerstromschutzschalter, bestehend aus einem Summenstromwandler 18, einer Auswerteelektronik 12, einer Auslösemechanik 3, d.h. einem Schaltschloss, und den beweglichen Kontaktelementen 1, auch als Schaltkontakte bezeichnet. Um der normativen Forderung einer Prüfeinrichtung gerecht zu werden, ist eine Prüftaste 14 und ein Prüf Widerstand 13 vorgesehen, womit ein definierter Fehlerstrom erzeugt werden kann, der den Fehlerstromschutzschalter 30 auslöst.

[0039] Zur Realisierung des Selbsttests ist eine Steuereinheit 11 vorgesehen, die über eine Steuerleitung 15 einen oder verschiedenen hohe Fehlerströme erzeugen kann. Dies kann durch eine zusätzliche Sekundärwicklung am Summenstromwandler oder als paralleler Anschluss zur Prüfeinrichtung 13, 14 aufgebaut sein. Damit die Lastseite 20 während des Selbsttest mit der Spannungsversorgung 19 verbunden bleibt, sind die zweiten Kontaktelemente 2 derart ausgeführt, dass sie den ersten beweglichen Kontaktelementen 1 folgen können. Die zweiten beweglichen Kontaktelemente 2 stellen den Kern des Fehlerstromschutzschalters 30 dar.

[0040] Im Normalzustand sind die zweiten beweglichen Kontaktelemente 2 mittels der Begrenzungsmittel 10, d.h. der Verklüpfungseinheit, fixiert, siehe Fig. 2. Bei einem Auslösevorgang entriegelt die Auslösemechanik 3 nur die ersten beweglichen Kontaktelemente 1, siehe Fig. 3. Die Funktion unterscheidet sich hierbei nicht von einem gewöhnlichen Fehlerstromschutzschalter.

[0041] Wird von der Steuereinheit 11 des Fehlerstromschutzschalters 30 ein Selbsttest durchgeführt, so wird als erster Schritt von der Steuereinheit 11, mittels einer einfachen Schaltaktorik 5 die Verklüpfungseinheit 10 gelöst, siehe Fig. 4. Im Anschluss erzeugt die Steuereinheit 11 über die Steuerleitung 15 einen Fehlerstrom, der den Fehlerstromschutzschalter 30 zum Auslösen bringen muss. Das zweite bewegliche Kontaktelement 2 folgt hierbei dem ersten beweglichen Kontaktelement 1, wodurch der Stromkreis während des Selbsttests geschlossen bleibt. Dabei gewährleistet die Druckfeder 8 einen genügend hohen Anpressdruck der beiden Kontaktelemente 1, 2 aneinander. Die Verklüpfungseinheit 10 ist so ausgestaltet, dass sie das erste bewegliche Kontaktelement 1 nur so weit öffnen lässt, wie nötig ist, um bei fixiertem zweiten Kontaktelement die ordnungsgemäße Funktion des Fehlerstromschutzschalters 30 sicher zu stellen.

Die Verklüpfungseinheit 10 des Fehlerstromschutzschalters 30 weist bevorzugt eine ringsegmentförmige Form auf. Insbesondere die Form eines halben Ringsegmentes ist besonders vorteilhaft. So kann die Außenmantelfläche eines freien Endes der ringsegmentförmigen Verklüpfungseinheit 10 das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement 2 fixieren. Bei einer Bewegung der Verklüpfungseinheit 10, insbesondere bei einer Drehung der Verklüpfungseinheit 10 um eine Drehachse, kann die Verklüpfungseinheit 10 das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement 2 freigeben, so dass dieses beweglich gehalten ist. Bei der Erzeugung eines vordefinierten Fehlerstromes wird die Verklüpfungseinheit 10 aus der Position, in der sie das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement 2 fixiert, in eine zweite vordefinierte Position bewegt, insbesondere gedreht oder verschwenkt, dass die Innenmantelfläche der ringsegmentförmigen Verklüpfungseinheit 10 des anderen freien Endes der Verklüpfungseinheit 10 die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes 1 begrenzt. D.h., das wenigstens eine erste bewegliche

Kontaktelement 1 kann beispielsweise nur um eine bestimmte Gradzahl gedreht werden, bevor es an der Innenmantelfläche der ringsegmentförmigen Verklüpfungseinheit 10 anschlägt.

[0042] Mittels eines Schaltkontaktes 9 kann die Steuereinheit 11 bzw. die Überprüfungsmitel der Steuereinheit 11 feststellen, ob sich das erste bewegliche Kontaktelement 1 beim Selbsttest bis zu der definierten zweiten Position bewegt hat, siehe Fig. 5. In der definierten zweiten Position liegt das erste bewegliche Kontaktelement 1 an der Innenmantelfläche der Verklüpfungseinheit 10 an. Damit sind Fehler in der gesamten Auslösekette, vom Summenstromwandler 18, über die Auswerteelektronik 12, bis hin zu Defekten in der Schaltmechanik 3 erkennbar. Auch ein Defekt durch Verschweißen der beiden Kontaktelemente 1, 2 ist hiermit detektierbar, da zum Öffnen eine Relativbewegung der Kontaktelemente 1, 2 notwendig ist.

[0043] Nach erfolgreichem Selbsttest kann die Steuereinheit 11 mittels eines Stellantriebes 4 das erste bewegliche Kontaktelement 1 und das zweite bewegliche Kontaktelement 2 wieder in ihre Ausgangslagen zurück bringen.

[0044] Die Steuereinheit 11 ist zusätzlich mit der Auswerteelektronik 12 verbunden. Während eines Selbsttests kann somit auch ein realer Fehlerstrom festgestellt werden. In diesem Fall wird die Verklüpfungseinheit 10 mittels der Schaltaktorik 5 wieder in die Ursprungslage gebracht, wodurch das erste bewegliche Kontaktelement 1 vollständig öffnen kann und den Stromkreis unterbricht. Zusätzlich können auch noch eine Anzeigeeinrichtung 16 mit der Steuereinheit 11 verbunden sein, womit der aktuelle Zustand, z.B. "Selbsttest erfolgreich", "Gerät betriebsbereit", etc., angezeigt werden kann. Auch eine Eingabeeinrichtung 17 ist denkbar, um z.B. den automatischen Selbsttest zu aktivieren oder zu sperren. Außerdem ist es möglich, dass der Stellantrieb 4 dazu verwendet wird, um ein automatisches Wiedereinschalten nach einer Auslösung zu realisieren.

[0045] Der erfinderische Schritt liegt in der Verwendung von beweglichen zweiten Kontaktelementen 2, die beim Selbsttest der Bewegung der ersten beweglichen Kontaktelementen 1 folgen können, um den Stromkreis geschlossen zu halten. Dadurch sind alle zur Auslösung notwendigen Komponenten des Fehlerstromschutzschalters 30 manuell oder automatisch prüfbar, ohne dass beim Selbsttest die Last vom Netz getrennt werden muss. Die Anzahl der notwendigen Teile ist dabei geringer als bei einer Lösung, bei der parallele Schaltkontakte benutzt werden. Dadurch lassen sich Kosten und sparen und das Gerät kann kompakter aufgebaut werden.

[0046] Bevorzugt ist der Fehlerstromschutzschalter ein Differenzschutzschalter.

Bezugszeichenliste

[0047]

1	beweglichen Schaltkontakte
2	Festkontakte
3	Auslösemechanik / Schaltschloss
4	Stellantrieb
5	Schaltaktorik
6	Druckfeder
7	Zugfeder
8	Druckfeder
9	Schaltkontakt
10	Begrenzungsmittel / Verklüpfungseinheit
11	Steuereinheit
12	Auswerteelektronik
13	Prüfwiderstand
14	Prüftaste
15	Steuerleitung
16	Anzeigeelemente
17	Bedienelemente
18	Summenstromwandler
19	Spannungsversorgung
20	Lastseite
21	Kontaktstelle des ersten Kontaktelementes
22	Kontaktstelle des zweiten Kontaktelementes
30	Fehlerstromschutzschalter

25

Patentansprüche

1. Fehlerstromschutzschalter, aufweisend einen Summenstromwandler (18), eine Auswerteelektronik (12), wenigstens ein erstes bewegliches Kontaktelement (1), welches durch ein erstes Federelement (7) mit einer Kraft beaufschlagt ist, wenigstens ein zweites Kontaktelement (2), welches mit dem wenigstens einen ersten Kontaktelement (1) elektrisch verbindbar ist, eine Auslösemechanik (3) zur Entriegelung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes (1), sowie eine Steuereinheit (11), die über eine Steuerleitung (15) mit dem Summenstromwandler (18) verbunden ist, und eine Prüfungseinrichtung, mit einem Prüfwiderstand (13) und einer Prüftaste (14), zur Erzeugung eines definierten Fehlerstromes, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine zweite Kontaktelement (2) beweglich gelagert und durch ein zweites Federelement (8) mit einer Kraft beaufschlagt ist, um der Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes (1) folgen zu können, dass ein Begrenzungsmittel in Form einer beweglich gehaltenen Verklüpfungseinheit (10) vorgesehen ist, wobei die Verklüpfungseinheit (10) durch ein drittes Federelement (6) mit einer Kraft beaufschlagbar ist und mit dem wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelement (1) und/oder mit dem wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelement (2) in Wirkkontakt bringbar ist, um die Bewegung der Kontaktelemente (1, 2) freizugeben und/oder zu beschränken, und dass Überprüfungsmitel zur Feststellung der Bewegung des wenigstens einen zweiten bewegli-

- chen Kontaktelementes vorgesehen sind, wobei die Überprüfungsmitel Teil der Steuereinheit (11) sind und einen Schaltkontakt (9) aufweisen, der mit der Steuereinheit (11) und dem wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelement (2) verbunden ist.
2. Fehlerstromschutzschalter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schaltaktorik (5) zur Steuerung der Verklüpfungseinheit (10) vorgesehen ist.
 3. Fehlerstromschutzschalter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verklüpfungseinheit (10) beweglich an dem Fehlerstromschutzschalter gelagert ist.
 4. Fehlerstromschutzschalter nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verklüpfungseinheit (10) eine ringsegmentförmige Form aufweist.
 5. Fehlerstromschutzschalter nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Federelement (8) und das dritte Federelement (6) eine Druckfeder und das erste Federelement (7) eine Zugfeder sind.
 6. Fehlerstromschutzschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verklüpfungseinheit (10) derart ausgebildet ist, dass sie eine Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes (1) aus einer Ausgangsposition in eine zweite definierte Position ermöglicht.
 7. Fehlerstromschutzschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement (1) und das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement (2) jeweils eine Kontaktstelle (21, 22) aufweisen.
 8. Fehlerstromschutzschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Stellantrieb (4) vorgesehen, über den die Steuereinheit (11) das wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement (1) und das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement (2) bewegen kann.
 9. Fehlerstromschutzschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteelektronik (12) mit der Steuereinheit (11) verbunden ist.
 10. Fehlerstromschutzschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fehlerstromschutzschalter eine Anzeigeeinrichtung (16) und/oder eine Eingabeeinrichtung (17) aufweist.
11. Verfahren zum Durchführen eines Selbsttestes eines Fehlerstromschutzschalters, aufweisend einen Summenstromwandler (18), eine Auswerteelektronik (12), wenigstens ein erstes bewegliches Kontaktelement (1), welches mit einer Kraft beaufschlagt ist, wenigstens ein zweites bewegliches Kontaktelement (2), welches mit dem wenigstens einen ersten Kontaktelement (1) elektrisch verbindbar ist, wobei das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement (2) mit einer Kraft beaufschlagt und durch Begrenzungsmittel in einer Ausgangsposition fixiert ist, eine Auslösemechanik (3) zur Bedienung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes (1), sowie eine Steuereinheit (11), die über eine Steuerleitung (15) mit dem Summenstromwandler (18) verbunden ist, und eine Prüfungseinrichtung, mit einem Prüf Widerstand (13) und einer Prüftaste (14), **gekennzeichnet durch** folgende Schritte
 - a) Freigabe der Bewegung des zweiten beweglichen Kontaktelementes (2) **durch** die Steuereinheit (11);
 - b) Betätigung der Prüfungseinrichtung (13, 14) **durch** Drücken der Prüftaste (14);
 - c) Erzeugung eines definierten Fehlerstromes **durch** die Steuereinheit (11) über die Steuerleitung (15);
 - d) Entriegelung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes (1) **durch** die Schaltmechanik (3), bei Feststellung eines Fehlerstromes **durch** die Auswerteelektronik (12), die den Summenstromwandler (18) überwacht;
 - e) Positionieren der Begrenzungsmittel (10), um die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes zu begrenzen,
 - e) Feststellung **durch** Überprüfungsmitel, ob das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement (2) dem wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelement (1) gefolgt ist und die wenigstens beiden Kontaktelemente (1, 2) elektrisch miteinander verbunden geblieben sind.
 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Freigabe der Bewegung des wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelementes (2) durch die Bewegung einer Verklüpfungseinheit (10) erfolgt, welches das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement (2) in einer Ausgangsposition fixiert, wobei die Verklüpfungseinheit (10) durch eine Schaltaktorik (5) bewegt wird.
 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine zweite bewegliche Kontaktelement (2) durch die Kraft eines zweiten Federelementes (8) in Richtung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes

(1) gedrückt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verklüngungseinheit (10) die Bewegung des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes (1) begrenzt. 5
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach erfolgtem Selbsttest die Steuereinheit (11) mittels eines Stellantriebes (4) die wenigstens beiden beweglichen Kontaktelemente (1, 2) in ihre Ausgangspositionen bringt, in der der Fehlerstromschutzschalter im Normalzustand ist. 10
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Feststellung eines realen Fehlerstromes die Verklüngungseinheit (10) durch die Schaltaktorik (5) bewegt wird, so dass das vollständige Öffnen des wenigstens einen ersten beweglichen Kontaktelementes (1) ermöglicht und **dadurch** der wenigstens eine erste bewegliche Kontaktelement (1) von dem wenigstens einen zweiten beweglichen Kontaktelement (2) getrennt wird. 15
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verfahrensschritte gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20 wiederholt automatisch durchgeführt werden. 20
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Durchführung des Verfahrens der Fehlerstromschutzschalter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgebildet ist. 25

Claims

1. Residual current circuit breaker, having a summation current transformer (18), evaluation electronics (12), at least one first movable contact element (1), to which a force is applied by a first spring element (7), at least one second contact element (2), which is electrically connectable to the at least one first contact element (1), a tripping mechanism (3) for unlocking the at least one first movable contact element (1), and a control unit (11), which is connected to the summation current transformer (18) via a control line (15), and a test device, comprising a test resistor (13) and a test button (14), for generating a defined residual current, **characterized in that** the at least one second contact element (2) is mounted movably, and a force is applied to said at least one second contact element by a second spring element (8) in order to be able to follow the movement of the at least one first movable contact element (1), **in that** a limitation means in the form of a movably held latch-

ing unit (10) is provided, wherein a force can be applied to the latching unit (10) by a third spring element (6), and said latching unit (10) can be brought into operative contact with the at least one first movable contact element (1) and/or with the at least one second movable contact element (2) in order to release and/or restrict the movement of the contact elements (1, 2), and **in that** check means for ascertaining the movement of the at least one second movable contact element are provided, wherein the check means are part of the control unit (11) and have a switching contact (9), which is connected to the control unit (11) and the at least one second movable contact element (2). 15

2. Residual current circuit breaker according to Claim 1, **characterized in that** a switching actuator mechanism (5) for controlling the latching unit (10) is provided. 20
3. Residual current circuit breaker according to Claim 2, **characterized in that** the latching unit (10) is mounted movably on the residual current circuit breaker. 25
4. Residual current circuit breaker according to either of Claims 2 and 3, **characterized in that** the latching unit (10) has a shape in the form of a ring segment. 30
5. Residual current circuit breaker according to one of Claims 2 to 4, **characterized in that** the second spring element (8) and the third spring element (6) are a compression spring and the first spring element (7) is a tension spring. 35
6. Residual current circuit breaker according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the latching unit (10) is designed in such a way that it enables a movement of the at least one first movable contact element (1) out of an initial position into a second defined position. 40
7. Residual current circuit breaker according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the at least one first movable contact element (1) and the at least one second movable contact element (2) each have a contact point (21, 22). 45
8. Residual current circuit breaker according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** a servo drive (4) is provided, via which the control unit (11) can move the at least one first movable contact element (1) and the at least one second movable contact element (2). 50
9. Residual current circuit breaker according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the evaluation electronics (12) are connected to the control unit 55

- (11).
10. Residual current circuit breaker according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the residual current circuit breaker has a display device (16) and/or an input device (17).
11. Method for implementing self-testing of a residual current circuit breaker, having a summation current transformer (18), evaluation electronics (12), at least one first movable contact element (1), to which a force is applied, at least one second movable contact element (2), which is electrically connectable to the at least one first contact element (1), wherein a force is applied to the at least one second movable contact element (2), and said at least one second movable contact element is fixed in an initial position by limitation means, a tripping mechanism (3) for operating the at least one first movable contact element (1), and a control unit (11), which is connected to the summation current transformer (18) via a control line (15), and a test device, comprising a test resistor (13) and a test button (14), **characterized by** the following steps:
- release of the movement of the second movable contact element (2) by the control unit (11);
 - actuation of the test device (13, 14) by pressing of the test button (14);
 - generation of a defined residual current by the control unit (11) via the control line (15);
 - unlocking of the at least one first movable contact element (1) by the switching mechanism (3) in the event that a residual current is ascertained by the evaluation electronics (12) monitoring the summation current transformer (18);
 - positioning of the limitation means (10) in order to limit the movement of the at least one first movable contact element,
 - ascertaining, by means of check means, whether the at least one second movable contact element (2) has followed the at least one first movable contact element (1) and the at least two contact elements (1, 2) are still electrically connected to one another.
12. Method according to Claim 11, **characterized in that** the release of the movement of the at least one second movable contact element (2) is performed by the movement of a latching unit (10), which fixes the at least one second movable contact element (2) in an initial position, wherein the latching unit (10) is moved by a switching actuator mechanism (5).
13. Method according to Claim 11 or 12, **characterized in that** the at least one second movable contact element (2) is pressed in the direction of the at least one first movable contact element (1) by the force of
- a second spring element (8).
14. Method according to one of Claims 12 to 13, **characterized in that** the latching unit (10) limits the movement of the at least one first movable contact element (1).
15. Method according to one of Claims 11 to 14, **characterized in that**, once self-testing has been performed, the control unit (11), by means of a servo drive (4), brings the at least two movable contact elements (1, 2) into their initial positions, in which the residual current circuit breaker is in the normal state.
16. Method according to one of Claims 12 to 15, **characterized in that**, when a real residual current is ascertained, the latching unit (10) is moved by the switching actuator mechanism (5), with the result that complete opening of the at least one first movable contact element (1) is enabled and, as a result, the at least one first movable contact element (1) is separated from the at least one second movable contact element (2).
17. Method according to one of Claims 11 to 16, **characterized in that** the method steps according to a method according to one of Claims 15 to 20 are implemented automatically repeatedly.
18. Method according to one of Claims 11 to 17, **characterized in that**, in order to implement the method, the residual current circuit breaker is designed according to one of Claims 1 to 10.

Revendications

- Disjoncteur de protection à courant de défaut, comportant un convertisseur de courant de somme (18), une électronique d'évaluation (12), au moins un premier élément de contact mobile (1) auquel une force est appliquée par un premier élément élastique (7), au moins un deuxième élément de contact (2) qui peut être relié électriquement à l'au moins un premier élément de contact (1), un mécanisme de déclenchement (3) pour déverrouiller l'au moins un premier élément de contact mobile (1), ainsi qu'une unité de commande (11) qui est reliée au convertisseur de courant de somme (18) via une ligne de commande (15), et un dispositif de contrôle comportant une résistance de contrôle (13) et une touche de contrôle (14) pour générer un courant de défaut défini, **caractérisé en ce que** l'au moins un deuxième élément de contact (2) est logé mobile et se voit appliquer une force par un deuxième élément élastique (8) pour pouvoir suivre le mouvement de l'au moins un premier élément de contact mobile (1), **en ce**

- qu'est prévu un moyen de limitation qui se présente sous la forme d'une unité d'encliquetage (10) maintenue mobile, l'unité d'encliquetage (10) pouvant se voir appliquer une force par un troisième élément élastique (6) et pouvant être mise en contact actif avec l'au moins un premier élément de contact mobile (1) et/ou l'au moins un deuxième élément de contact mobile (2) pour autoriser et/ou limiter le mouvement des éléments de contact (1, 2) et **en ce que** sont prévus des moyens de vérification pour constater le mouvement de l'au moins un deuxième élément de contact mobile, les moyens de vérification faisant partie de l'unité de commande (11) et comportant un contact de commutation (9) qui est relié à l'unité de commande (11) et à l'au moins un deuxième élément de contact mobile (2).
2. Disjoncteur de protection à courant de défaut selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**est prévu un système d'actionneurs de commutation (5) pour commander l'unité d'encliquetage (10).
 3. Disjoncteur de protection à courant de défaut selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'unité d'encliquetage (10) est logée mobile sur le disjoncteur de protection à courant de défaut.
 4. Disjoncteur de protection à courant de défaut selon l'une des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'unité d'encliquetage (10) présente une forme de segment annulaire.
 5. Disjoncteur de protection à courant de défaut selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** le deuxième élément élastique (8) et le troisième élément élastique (6) sont un ressort de compression et le premier élément élastique (7), un ressort de traction.
 6. Disjoncteur de protection à courant de défaut selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'unité d'encliquetage (10) est conçue de manière à permettre le passage de l'au moins un premier élément de contact mobile (1) d'une position de départ à une deuxième position définie.
 7. Disjoncteur de protection à courant de défaut selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'au moins un premier élément de contact mobile (1) et l'au moins un deuxième élément de contact mobile (2) présentent respectivement un point de contact (21, 22).
 8. Disjoncteur de protection à courant de défaut selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**est prévu un actuateur (4) via lequel l'unité de commande (11) peut déplacer l'au moins un premier élément de contact mobile (1) et l'au moins un deuxième élément de contact mobile (2).
 9. Disjoncteur de protection à courant de défaut selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'électronique d'évaluation (12) est reliée à l'unité de commande (11).
 10. Disjoncteur de protection à courant de défaut selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le disjoncteur de protection à courant de défaut comporte un dispositif d'affichage (16) et/ou un dispositif de saisie (17).
 11. Procédé d'exécution d'un auto-essai d'un disjoncteur de protection à courant de défaut comportant un convertisseur de courant de somme (18), une électronique d'évaluation (12), au moins un premier élément de contact mobile (1) auquel une force est appliquée, au moins un deuxième élément de contact mobile (2) qui peut être relié électriquement à l'au moins un premier élément de contact (1), l'au moins un deuxième élément de contact mobile (2) se voyant appliquer une force et étant fixé dans une position de départ par des moyens de limitation, un mécanisme de déclenchement (3) pour actionner l'au moins un premier élément de contact mobile (1), ainsi qu'une unité de commande (11) qui est reliée au convertisseur de courant de somme (18) par l'intermédiaire d'une ligne de commande (15), et un dispositif de contrôle comportant une résistance de contrôle (13) et une touche de contrôle (14), **caractérisé par** les étapes suivantes :
 - a) autorisation du mouvement du deuxième élément de contact (2) par l'unité de commande (11) ;
 - b) actionnement du dispositif de contrôle (13, 14) par appui sur la touche de contrôle (14) ;
 - c) génération, par l'unité de commande (11), via la ligne de commande (15), d'un courant de défaut défini ;
 - d) déverrouillage de l'au moins un premier élément de contact mobile (1) par le mécanisme de commutation (3) à la constatation d'un courant de défaut par l'électronique d'évaluation (12) qui surveille le convertisseur de courant de somme (18) ;
 - e) positionnement des moyens de limitation (10) pour limiter le mouvement de l'au moins un premier élément de contact mobile ;
 - f) constatation, par des moyens de vérification, si l'au moins un deuxième élément de contact mobile (2) a suivi l'au moins un premier élément de contact mobile (1) et si les au moins deux éléments de contact (1, 2) sont restés reliés électriquement entre eux.
 12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en**

ce que le mouvement de l'au moins un deuxième élément de contact mobile (2) est autorisé par le mouvement d'une unité d'encliquetage (10) qui fixe l'au moins un deuxième élément de contact mobile (2) dans une position de départ, l'unité d'encliquetage (10) étant déplacée par un système d'actionneurs de commutation (5).

- 5
13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** l'au moins un deuxième élément de contact mobile (2) est poussé par la force d'un deuxième élément élastique (8) en direction de l'au moins un premier élément de contact mobile (1). 10
14. Procédé selon l'une des revendications 12 à 13, **caractérisé en ce que** l'unité d'encliquetage (10) limite le mouvement de l'au moins un premier élément de contact mobile (1). 15
15. Procédé selon l'une des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que**, après la réalisation de l'auto-essai, l'unité de commande (11) met, au moyen d'un entraînement de réglage (4), les au moins deux éléments de contact mobiles (1, 2) dans leur position de départ dans laquelle le disjoncteur de protection à courant de défaut est dans son état normal. 20 25
16. Procédé selon l'une des revendications 12 à 15, **caractérisé en ce que**, à la constatation d'un courant de défaut réel, l'unité d'encliquetage (10) est déplacée par le système d'actionneurs de commutation (5), de sorte que l'ouverture complète de l'au moins un premier élément de contact mobile (1) est rendue possible et que l'au moins un premier élément de contact mobile (1) est ainsi séparé de l'au moins un deuxième élément de contact mobile (2). 30 35
17. Procédé selon l'une des revendications 11 à 16, **caractérisé en ce que** les étapes du procédé sont exécutées de manière répétée et automatique selon un procédé selon l'une des revendications 15 à 20. 40
18. Procédé selon l'une des revendications 11 à 17, **caractérisé en ce que**, pour exécuter le procédé, le disjoncteur de protection à courant de défaut est réalisé selon l'une des revendications 1 à 10. 45

50

55

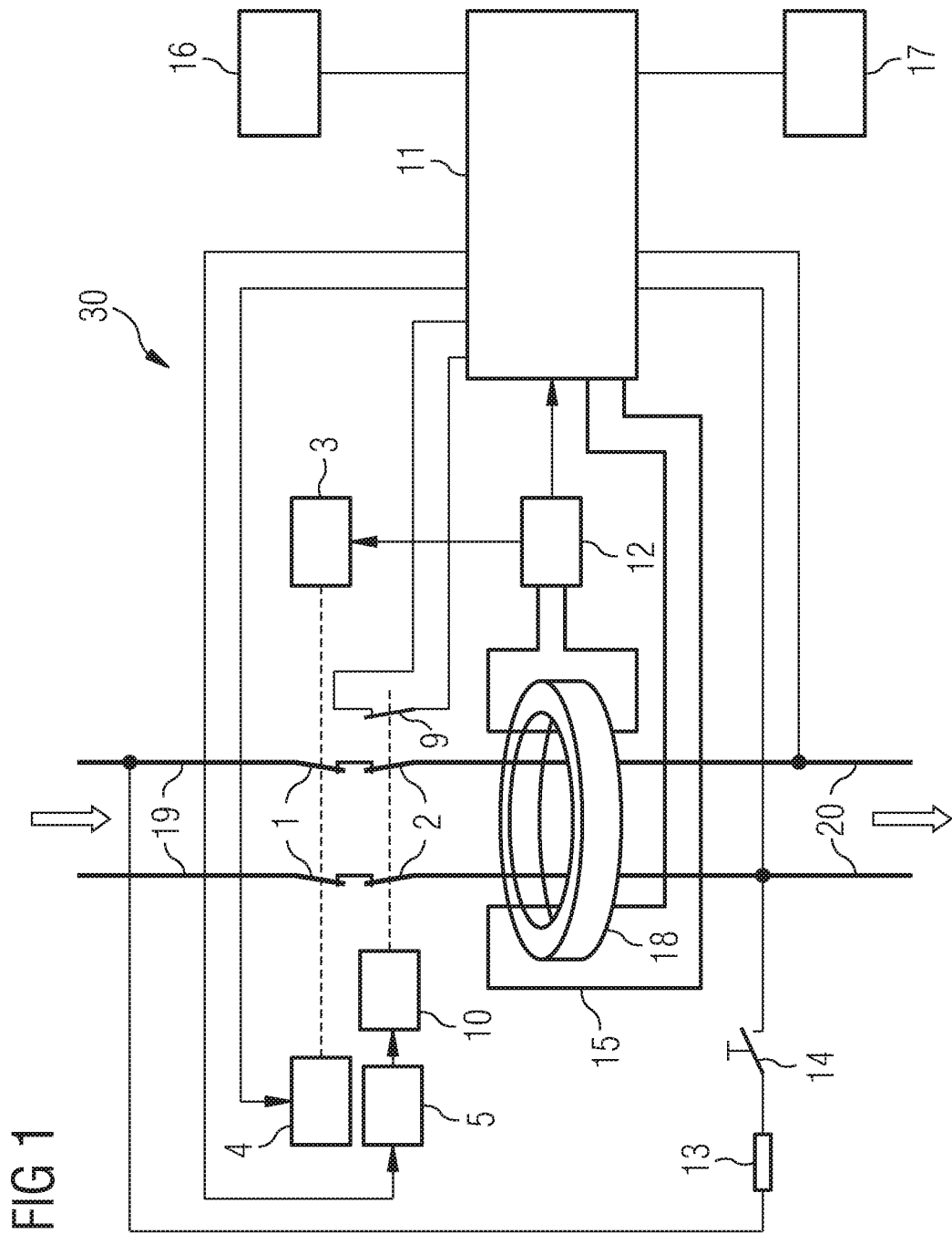


FIG 4

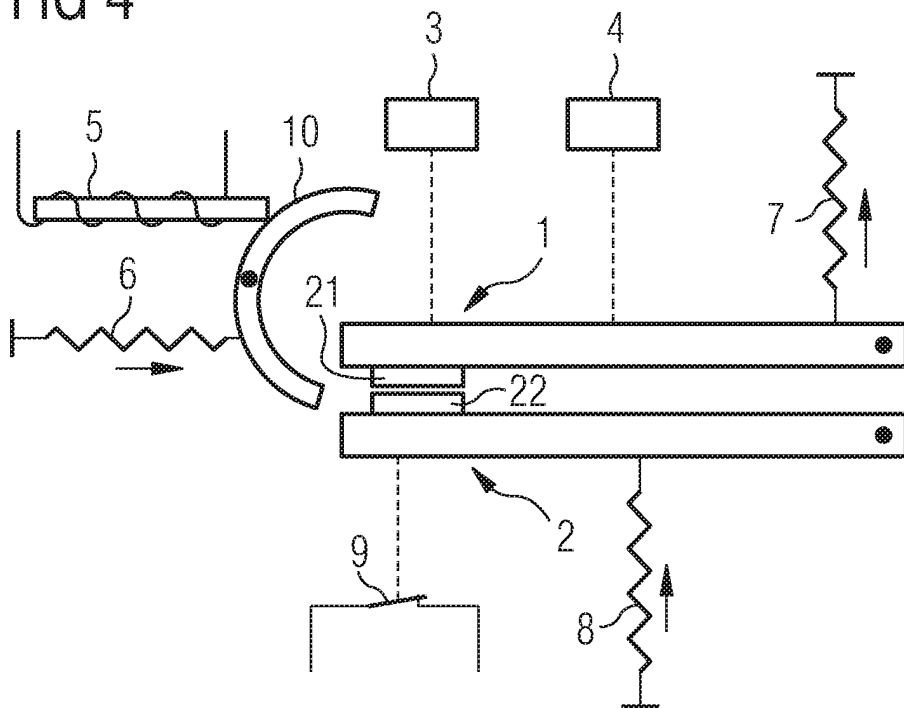


FIG 5

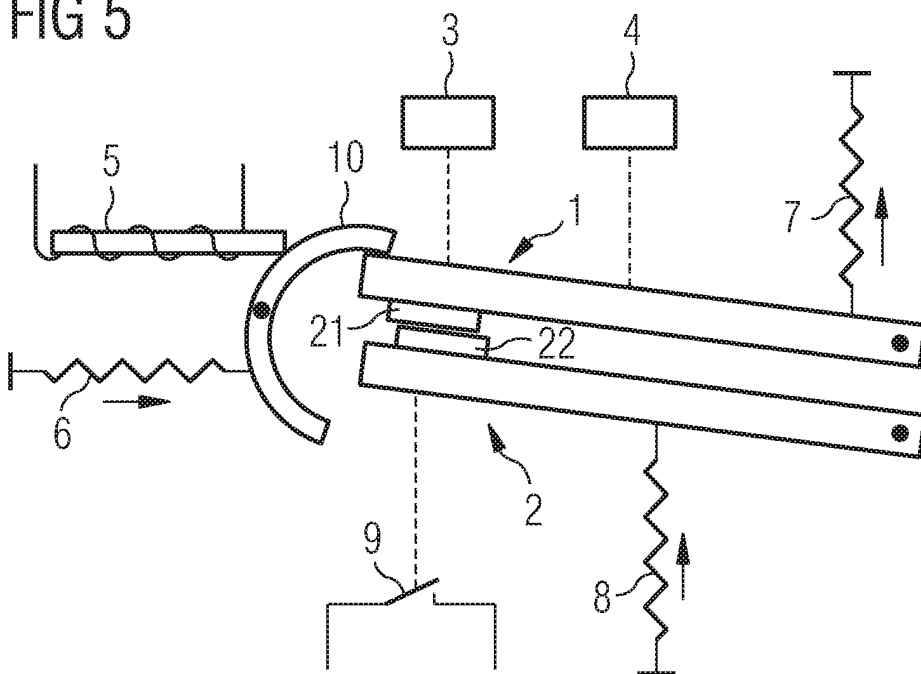
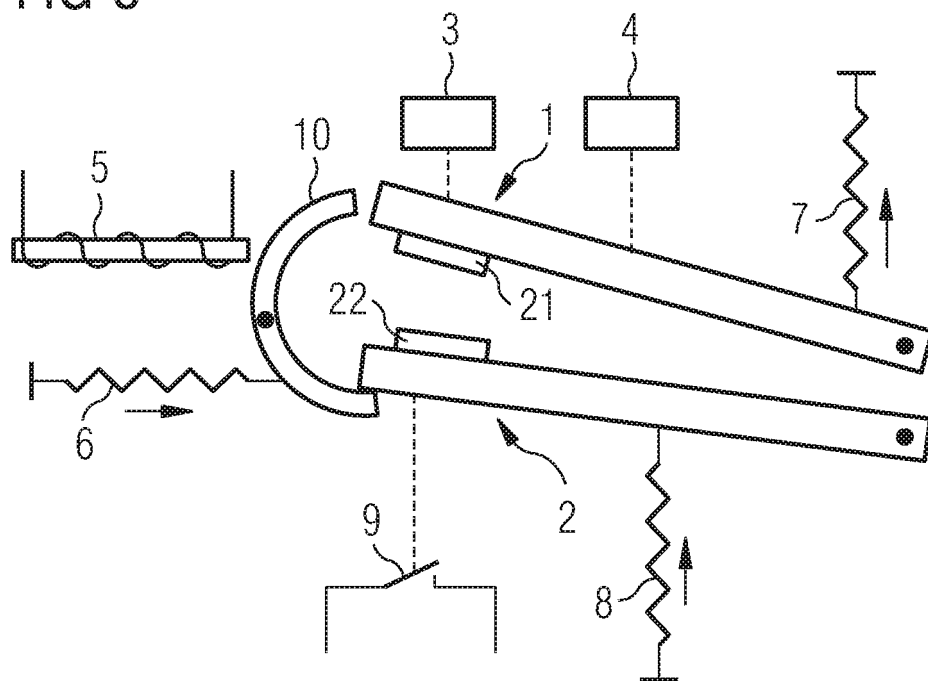


FIG 6



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

- EP 1562213 B1 [0006]
- DE 4432643 [0007]