



(11) **EP 2 051 275 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.04.2010 Patentblatt 2010/14**

(51) Int Cl.:  
**H01H 79/00 (2006.01) H01T 1/14 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08018404.7**

(22) Anmeldetag: **04.07.2006**

(54) **Kurzschließenrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen zum Sach- und Personenschutz**

Short circuit device for use in low or medium voltage assemblies for the protection of people and objects

Dispositif de disjonction à utiliser dans des installations de basse et moyenne tension en vue de la protection de biens et de personnes

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **04.08.2005 DE 102005036812**  
**06.10.2005 DE 102005048003**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.04.2009 Patentblatt 2009/17**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**06777558.5 / 1 911 059**

(73) Patentinhaber: **DEHN + SÖHNE GMBH + CO. KG**  
**92306 Neumarkt (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Zahlmann, Peter**  
**92318 Neumarkt/Opf. (DE)**  
• **Ehrhardt, Arnd**  
**92318 Neumarkt/Opf. (DE)**

(74) Vertreter: **Meissner, Bolte & Partner**  
**Anwaltssozietät GbR**  
**Postfach 86 06 24**  
**81633 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 2 502 343 DE-B3- 10 313 045**  
**FR-A- 1 514 214 US-A- 3 425 017**

**EP 2 051 275 B1**

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

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine weiterentwickelte Kurzschließeinrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen zum Sach- und Personenschutz, umfassend ein Schaltelement, welches vom Auslösesignal einer Fehlererfassungseinrichtung betätigbar ist, zwei sich gegenüberliegende Kontaktelektroden mit Mitteln zur Stromzuführung, wobei diese an einen Stromkreis mit Anschlüssen von unterschiedlichem Potential kontaktierbar sind, weiterhin die Kontaktelektroden unter mechanischer Vorspannung stehend im Kurzschlussfall federkraftunterstützt eine Relativbewegung zueinander ausführen, ein Opferelement als Abstandshalter zwischen den Kontaktelektroden sowie mit einer elektrischen Verbindung zwischen dem Opferelement und dem Schaltelement einerseits und einer der Kontaktelektroden andererseits, um eine stromflussbedingte thermische Zerstörung des Opferelements gezielt herbeizuführen, gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Einleiten eines Kurzschlusses in Nieder- und Mittelspannungsanlagen mit einer Kurzschließeinrichtung.

**[0003]** In elektrischen Schalt- und Verteileranlagen können verschiedene Fehler eintreten, die nicht unmittelbar zum Ansprechen bzw. nur zu einem verzögerten Ansprechen vorhandener Überstrom-Schutzeinrichtungen führen. Beispielhaft seien hier Störlichtbögen erwähnt. Ähnliche Probleme treten insbesondere hinsichtlich des Personenschutzes durch betriebsbedingte oder auf Fehler zurückzuführende Potentialdifferenzen auf. Solcherart Fehler können zu extremen Sachschäden, aber auch Personenschäden führen. Zur Begrenzung der Schäden ist neben einer sehr schnellen Erfassung des Fehlers auch dessen rasche Abschaltung erforderlich.

**[0004]** Für die schnelle Erfassung verschiedener Fehlerfälle gehören verschiedenste Lösungen zum Stand der Technik.

Verwiesen sei hier beispielsweise auf die DE 43 31 992 A1, die eine gegen Störlichtbögen gesicherte zellenartige Schaltanlage zur Verteilung elektrischer Energie offenbart. Auch in der DE 43 45 170 A1 ist eine Störlichtbogen-Schutzeinrichtung für Schaltanlagen beschrieben, wobei dort das eigentliche Schalt- oder Schutzgerät von einem Signal aus einer UND-Verknüpfung mindestens eines lichtempfindlichen Sensors und eines lichtunempfindlichen Sensors betätigt wird. Der eigentliche Kurzschließer umfasst eine Spule, wobei der Kurzschließer infolge der Kräfte, die durch den Induktionsstrom in unter einem Vakuum stehenden becherartigen Metallteilen entstehen, einen metallischen Kurzschluss zwischen den kurzzuschließenden Teilen erzeugt. Die Energiespeicherquelle und die Spule sollen so bemessen werden, dass der erwähnte metallische Kurzschluss in einer Zeit zwischen 0,1 ms und 2 ms erfolgt.

**[0005]** Bei einem Kurzschließer zur Verwendung in Anlagen zur Verteilung elektrischer Energie gemäß DE

197 46 815 A1 ist ein direkt von einem Gasgenerator angetriebenes kurzschließendes Element mit einem Kurzschließerkolben vorgesehen. Der dortige Kurzschließerkolben soll unabhängig von Fertigungstoleranzen eine optimale Stossbewegung ausführen und gleichzeitig transportgesichert sein.

**[0006]** Weitere typische Kurzschließer des Standes der Technik sind beispielsweise in der DE 94 19 141 U1, DE 197 46 815 A1 sowie DE 42 35 329 C2 beschrieben. Hierbei wird zwischen mehrfach verwendbaren und einmalig wirkenden Einrichtungen unterschieden. Wieder verwendbare Kurzschließer sind sehr aufwendig und kostenintensiv. Bei einmalig wirkenden Kurzschließern wird im Allgemeinen eine Sprengladung oder ein Gasgenerator zum Aufeinanderzubewegen der Elektroden eingesetzt, was verständlicherweise besondere Schutzmaßnahmen bei der Herstellung, dem Transport und dem Einsatz nach sich zieht.

**[0007]** Gemäß der DE 42 35 329 A1 gehört eine Kurzschlusseinrichtung zum Stand der Technik, welche aus mindestens einem Schaltelement besteht, das mit einem Auslösesignal einer Fehlererkennungseinrichtung betätigt wird. Der dort vorgesehene Kurzschließer umfasst mindestens zwei das Schaltelement zwischen sich aufnehmende Elektroden und weist stromführende Teile oder Bereiche auf. Infolge des sowohl in dem Schaltelement als auch in dem Kurzschließer direkt fließenden Stroms in den stromführenden Teilen wird mindestens ein bewegbarer oder deformierbarer stromführender Bereich gegen die Elektroden gedrückt und somit ein metallischer Kurzschluss erzeugt. Bei dieser bekannten Kurzschlusseinrichtung sind die Ansprechzeiten unzureichend und es ist die konstruktive Gesamtanordnung unter Fertigungsaspekt sehr kostenintensiv.

**[0008]** Bei der Lehre gemäß Patentschrift DE 103 13 045 B3 wird eine Kurzschließeinrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen vorgestellt, welche ebenfalls ein Schaltelement umfasst, welches von einem Auslösesignal einer Fehlererfassungseinrichtung betätigt wird. Nach der dortigen Erfindung ist das Schaltelement eine triggerbare Überspannungs-Schutzeinrichtung, welche durch einen Strom- oder Spannungsimpuls zum Ansprechen bringbar und im Fehlerfall zerstörbar ist. Mindestens eine der die Überspannungs-Schutzeinrichtung aufnehmenden Elektroden steht unter mechanischer Vorspannung und ist in Richtung auf die gegenüberliegende Elektrode bewegbar, wobei die Überspannungs-Schutzeinrichtung einen Elektrodenabstandshalter bildet, welcher im Fall der Zerstörung ein In-Kontakt-Kommen der Elektroden zur Kurzschlussbildung ermöglicht.

Das vorerwähnte Schaltelement kann eine Reihenschaltung aus einer triggerbaren Überspannungs-Schutzeinrichtung und einer Einrichtung mit einstellbarem oder definiertem Schmelzintegral sein. Bei dieser Reihenschaltung kann im Fehlerfall lediglich die Einrichtung mit dem definierten Schmelzintegral zerstört werden. In einer Ausführungsform ist die vorerwähnte Einrichtung eine

Glasrohr-Sicherung, ein linearer oder nichtlinearer Widerstand, ein Varistor, ein niedrigschmelzendes Metall oder eine Metall-Legierung, eine halbleitende oder leitende Keramik, ein derartiges Glas oder Ähnliches. Zur Erzeugung der mechanischen Vorspannung und der Elektrodenrelativbewegung wird gemäß DE 103 13 045 B3 eine Zug- oder Druckfeder verwendet. Auch ist gemäß der diesbezüglichen Lehre des Standes der Technik eine Ausführungsform der Elektroden als Topf mit einer Gegenelektrode geläufig, die eine in den Topf eintauchende Stempelform besitzt.

**[0009]** Es hat sich jedoch im Ergebnis weiterer Untersuchungen gezeigt, dass der Ausführung und Optimierung des Opferelements für die funktionalen Eigenschaften des Kurzschließers eine große und außerordentliche Bedeutung zukommt. Grundsätzliches Ziel der Optimierung einer Kurzschlusseinrichtung ist es, eine möglichst schnelle Schließbewegung der Hauptkontakte und eine sehr geringe Belastung des Schaltelements zu erreichen, wobei das Opferelement diese beiden Parameter wesentlich beeinflusst.

**[0010]** Weiterhin ist aus der US-A-3,425,017 ein Opferelement in Form eines Drahtes oder eines Stabes aus einem leitfähigen Material mit niedrigem Schmelzintegral vorbekannt, wobei das dortige Opferelement auf Zug unter mechanischer Vorspannung steht.

**[0011]** Aus dem Vorgenannten ist es daher Aufgabe der Erfindung, eine weiterentwickelte Kurzschließeinrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen zum Sach- und Personenschutz anzugeben, wobei diese Kurzschließeinrichtung eine möglichst hohe elektrische Leitfähigkeit zur Minimierung der Kommutierungszeit bei gleichzeitiger hoher mechanischer Festigkeit zum Einsatz einer hohen Federkraft mit dem Ziel einer Reduzierung der Bewegungszeit besitzt.

**[0012]** Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt mit einer Kurzschließeinrichtung gemäß der Merkmalskombination nach Patentanspruch 1, wobei ergänzend auf ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Einleitung eines Kurzschlusses in Niederspannungsanlagen unter Verwendung der erfindungsgemäßen Kurzschließeinrichtung verwiesen wird.

**[0013]** Gemäß der Erfindung ist das Opferelement ein Draht oder Stab aus einem leitfähigen Material mit niedrigem Schmelzintegral, wobei das Opferelement auf Zug unter mechanischer Vorspannung steht.

**[0014]** Gemäß der Erfindung ist es von Vorteil, zwischen den Kontaktelektroden labyrinthartige, ineinander greifende Dichtelemente vorzusehen, um bei einer Lichtbogenbildung und Druckentwicklung eine Bewegungsunterstützung der kolbenartigen, beweglichen Kontaktelemente zu erreichen.

**[0015]** Die bewegliche Kontaktelektrode kann bei einer Ausgestaltung der Erfindung eine Kontaktbrücke zwischen zwei elektrischen Anschlüssen bilden.

**[0016]** Wiederum ausgestaltend kann die bewegliche Kontaktelektrode als Verdrängungsstempel ausgeführt werden, welcher mit einer festen Topf-Kontaktelektrode

zusammenwirkt, wobei in der Topf-Kontaktelektrode eine leitfähige, niedrigschmelzende Substanz befindlich ist, welche beim Eintauchen des Stempels eine ergänzende elektrische Brücke zwischen den sich gegenüberliegenden Kontaktabschnitten bildet. In diesem Fall wird also die niedrigschmelzende Substanz aus dem Topfbereich der entsprechenden Elektrode herausgedrängt und gelangt in den verbleibenden Spalt der sich gegenüberliegenden Kontaktelektroden.

**[0017]** Bei dem Verfahren zur Einleitung eines Kurzschlusses in Niederspannungsanlagen unter Verwendung der Kurzschließeinrichtung gemäß der Erfindung wird von einer gestaffelten Zuschaltung der Kurzschließeinrichtung ausgegangen.

**[0018]** Zunächst erfolgt hier ein kurzzeitiges Ansteuern des Schaltelements nach Erfassung eines Störfalles. Es wird dann eine Begrenzung des Kurzschlussstroms durch das Schaltelement mittels Opferelement und die Impedanz der Anschlüsse erreicht mit einem anschließenden Kommutieren des Stroms vom Fehlerort zum Kurzschließer.

**[0019]** Der Kurzschlussstrom wird dann nach einer vorgegebenen Zeit durch das Schaltelement unterbrochen und es wird die Anlage erneut mit Netzspannung belastet.

**[0020]** Im Fall einer ausreichenden Wiederverfestigung der Fehlstelle bleibt die Versorgung der Anlage erhalten. Die Kurzschließeinrichtung meldet den aufgetretenen Fehler und weist damit auf eine notwendige Überprüfung der Anlage hin.

**[0021]** Bleibt allerdings der Fehlerfall bestehen, wird das Schaltelement des Kurzschließers erneut und dauerhaft angesteuert. Das Opferelement des Kurzschließers wird in diesem Fall überlastet und es erfolgt das Erzeugen eines dauerhaften metallischen Kurzschlusses, welcher eine Abschaltung der Anlage erzwingt.

**[0022]** Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen sowie unter Zuhilfenahme von Figuren näher erläutert werden.

**[0023]** Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine erste Variante der Erfindung mit zugbelastetem Stab oder Draht als Federelement;

Fig. 2 eine zweite Variante der Erfindung mit zugbelastetem Opferelement;

Fig. 3 eine dritte Variante der Erfindung mit zugbelastetem Opferelement;

Fig. 4 eine vierte Variante der Erfindung mit zugbelastetem Opferelement und einer Topf-Elektrode, welche eine zu verdrängende leitfähige Substanz aufweist, und

Fig. 5 ein Blockschaltbild zur Erläuterung des Verfahrens zum Einleiten eines Kurzschlusses in Niederspannungsanlagen mit gestaffelter Zu-

schaltung.

**[0024]** In den nachfolgenden Ausführungsbeispielen werden für gleiche oder gleichwirkende Elemente dieselben Bezugszeichen verwendet.

**[0025]** Gemäß den Ausführungsbeispielen kommt dem Opferelement 5 eine besondere Bedeutung bezüglich der effektiven Wirkungsweise der Kurzschließeinrichtung zu. Ziel der Optimierung der Kurzschließeinrichtung ist es, eine möglichst schnelle Schließbewegung der Hauptkontakte und eine sehr geringe Belastung des Schaltelements zu erreichen. Die Geschwindigkeit der Schließbewegung der Hauptkontakte wird neben dem Kontaktabstand, der Masse des bewegten Kontakts, der wirksamen Gegenkräfte auch wesentlich durch die Kraft-Weg-Kennlinie der eingesetzten Feder 4 bestimmt. Je höher die Anfangskraft im gespannten Zustand und je höher die Restkraft im geschlossenen Zustand des Kurzschließers ist, desto kürzer wird die Schließzeit der Hauptkontakte.

**[0026]** Die Masse des bewegten Kontakts und die Federkraft wirken im gespannten Zustand permanent auf das Opferelement und erfordern eine gewisse mechanische Festigkeit.

**[0027]** Andererseits soll das Opferelement möglichst bereits infolge einer geringen Energiezufuhr überlastet werden und die gewünschte Bewegung des entsprechenden Hauptkontakts, d.h. der jeweiligen Kontaktelektrode bewirken. Bis zur Stromkommutierung des Fehlerstroms auf die Hauptkontakte wird das Schaltelement mit dem Fehlerstrom belastet. Je geringer diese Belastung ist, desto geringer können die Kosten für das Schaltelement gehalten werden. Neben den Kosten und dem Schutz des Schaltelements soll eine schnelle Überlastung des Opferelements auch einer raschen Verringerung der Impedanz des Kurzschlusspfads dienen, da nach dem Schließen der Hauptkontakte ein rein metallischer Kurzschluss realisiert ist. Damit wird die Impedanz des Schaltelements sowie eventuell die vorhandene Impedanz des Lichtbogens und der im Wesentlichen ohmsche Widerstand des Opferelements aus dem Fehlerstromkreis eliminiert.

**[0028]** Die erfindungsgemäßen Opferelemente besitzen folgende Eigenschaften. Es liegt ein geringes Schmelzintegral ( $I^2t$ -Wert) des Materials zur Minimierung der Belastung des Schaltelements vor. Die Opferelemente weisen eine hohe elektrische Leitfähigkeit zur Minimierung der Kommutierungszeit auf und besitzen eine hohe mechanische Festigkeit zum Einsatz einer hohen Federkraft mit Blick auf eine gewünschte Reduzierung der Bewegungszeit der Kontaktelektroden. Weiterhin liegt nur eine geringe Lichtbogenspannung bei der Zerstörung des Opferelements für die Realisierung einer kurzen Kommutierungszeit vor. Kräfte, welche der mechanischen Bewegung entgegenwirken, wie z.B. ein entstehender Druckanstieg, werden vermieden oder reduziert.

**[0029]** Wie in den Fig. 1 bis 4 erkennbar, kann die

Grundkonstruktion des Kurzschließers vom Wirkprinzip her invertiert werden.

**[0030]** Gemäß Fig. 1 ist das Opferelement 5 nicht auf Druckfestigkeit durch die Federvorspannung belastet, sondern es findet eine Beanspruchung auf Zug statt.

**[0031]** Diese Ausführungsform ermöglicht es, als Opferelement 5 preiswerte Drähte oder Stäbe einzusetzen. Das Opferelement der zweiten Ausführungsform weist neben der für diese Gestaltung notwendigen hohen Zugfestigkeit ein niedriges Schmelzintegral auf. An einer Führung 11, die auch einen Übergangsbereich zum Opferelement 5 bildet, ist eine Hilfselektrode 8 für das Schaltelement 9 und ein entsprechender Anschluß vorgesehen. Die Feder 4 besitzt gemäß Fig. 1 eine Führung 12, die mit einem Element 13 zur Kraftübertragung für die bewegliche Kontaktelektrode 14 genutzt wird.

**[0032]** Die Elemente 12 und 13 bilden eine Labyrinthdichtung mit der Folge, dass bei einer Druckerhöhung im Dichtungsinnenraum eine Bewegungsunterstützung der kolbenartigen beweglichen Kontaktelektrode 14 gewährleistet ist.

**[0033]** Durch den Einsatz von zugfesten Drähten, z.B. aus Stahl, lassen sich sehr geringe Schmelzintegrale des Opferelements 5 bei sehr hohen Federkräften erzielen. Dies erlaubt den Einsatz preiswerter Schaltelemente 9 und es können sehr geringe Schaltzeiten der Kontaktelektroden erzielt werden.

**[0034]** Die durch den Lichtbogen erzeugte Druckwelle wirkt bei den Varianten gemäß Fig. 1 bis 4 nicht der Schließbewegung der Kontaktelektroden entgegen, sondern kann zur Beschleunigung der Bewegung genutzt werden, wie vorstehend unter Hinweis auf die kolbenförmige Gestaltung eine der Kontaktelektroden dargelegt wurde. Es besteht aber alternativ auch die Möglichkeit, durch die Gestaltung der Teile 12 und 13 bei geeigneter Materialwahl eine gleitkontaktähnliche Anordnung zu erreichen, welche den Strom bis zum Schließen der Hauptkontakte führt. Hierzu ist bei einem dauerhaft leitfähigen Kontakt eine Abstimmung der Stromverteilung zwischen Opferelement und den Teilen 12 und 13 erforderlich. Es ist jedoch auch denkbar, dass die Teile 12 und 13 erst nach einer minimalen Bewegung elektrisch kontaktiert werden bzw. dass die Kontaktierung durch einen Spannungsüberschlag in Form Durchschlag oder Gleitüberschlag geringer Distanz infolge der Zündung des Lichtbogens am Opferelement 5 erfolgt.

**[0035]** Bei der Ausführungsvariante gemäß Darstellung nach Fig. 1 und der notwendigen hohen Stromtragfähigkeit der Kontaktelektroden ist es unter Umständen problematisch, dass jeweils eine Kontaktelektrode inklusive der Kontaktstelle beweglich auszuführen ist. Dies führt neben den hohen Ansprüchen an die Kontaktstelle auch zu großen bewegten Massen und damit zu hohen Kontaktkräften. Die Masse und die notwendigen Kontaktkräfte können jedoch durch die Wahl von geeigneten Materialien und konstruktiven Varianten reduziert werden.

**[0036]** Zusätzlich können auch Konstruktionen Anwendung finden, bei denen die Stromkräfte die Bewe-

gung des bewegten Elements unterstützen.

**[0037]** Fig. 2 zeigt eine Ausführungsvariante mit drahtförmigem Opferelement 5, und zwar mit dem Ziel der Reduzierung der bewegten Masse, was prinzipiell auch bei rohrförmigen Opferelementen, welche unter Federdruck stehen, denkbar ist.

**[0038]** Die Kontaktelektroden 6 und 14 gemäß Fig. 2 sind fest ausgeführt und es wird lediglich eine bewegliche Kontaktplatte 15 verwendet, welche eine Brücke bezüglich der Kontaktelektroden 6 und 14 bildet.

**[0039]** Die in Fig. 2 prinzipiell dargestellte Anordnung kann auch koaxialsymmetrisch analog der Darstellung nach Fig. 3 realisiert werden.

**[0040]** Der Vorteil bei dieser Ausführungsvariante besteht in der kleinen zu bewegenden Masse der Kontaktplatte 15 und den geringen Anforderungen hinsichtlich der Stromtragfähigkeit sowie der dynamischen Belastung der Verbindung zwischen der Kontaktplatte 15 und einer der festen Hauptelektroden 6 bzw. 14, die im Fall der Ausführungsform nach Fig. 3 zentrisch realisiert wurde.

**[0041]** Prinzipiell kann die Stromzuführung zur Kontaktplatte bzw. zum Opferelement auch über einen Gleitkontakt von einer der festen Elektroden aus erfolgen.

**[0042]** Hierzu besteht die Möglichkeit, das Teil 15 elektrisch leitfähig über einen Gleitkontakt mit der ersten festen Hauptelektrode 6 zu verbinden. Gemäß den Darstellungen nach Fig. 3 und 4, die beispielhafte koaxiale Aufbauten zeigen, ist die zweite feste Kontakt- bzw. Hauptelektrode 14 durch ein Teil 7 gegenüber dem Gehäuse 1 isoliert.

**[0043]** Bei der Anordnung nach Fig. 4 kann sich im Boden der zweiten festen Hauptelektrode 14 noch ein niedrigschmelzendes Lot 10 oder ähnliches Material befinden. Diese Lotsubstanz 10 kann bei Erwärmung zwischen die feststehenden Kontakte 6 und 14 gedrängt werden, wodurch sich die Größe der leitenden Kontaktfläche deutlich erhöht.

**[0044]** Im Falle der Darstellung nach Fig. 4 ist die feste Hauptelektrode 14 als Topf-elektrode ausgebildet, wobei die bewegliche Kontaktplatte 15 beim Eintauchen in das schmelzende Lot 10 dieses wie vorerwähnt verdrängt.

**[0045]** Die erläuterten Kurzschließenrichtungen erlauben bei dem Einsatz eines selbstlöschenden Schaltelements wie Funkenstrecken oder Thyristoren auch die Anwendung eines insbesondere im Niederspannungsbereich sinnvollen Betriebsverfahrens zur Einleitung eines metallischen Kurzschlusses.

**[0046]** Im Hoch- und Mittelspannungsbereich entstehen Kurzschlüsse in Anlagen häufig durch eine Alterung oder Verschmutzung der Isolationsstrecken als Überschlag bzw. als Durchschlag. Diese Isolationsstrecken sind dauerhaft geschädigt und würden bei einer erneuten Zuschaltung der Netzspannung zu einem wiederholten Fehlerfall führen.

**[0047]** Bei Niederspannung hingegen entstehen Kurzschlüsse häufig nur infolge von so genannten Wischern, d.h. im Niederspannungsbereich resultieren Kurzschlü-

se durch kurzzeitig leitfähige Verbindungen von verschiedenen Potentialen bzw. durch Verbindungen mit einer nur sehr geringen Stromtragfähigkeit. Diese Verbindungen können durch herabfallende Teile, Tiere oder gesplissene Adern und Ähnliches entstehen. Zum Teil verlöschen entstehende Funken bzw. Lichtbögen von selbst.

**[0048]** Eine dauerhafte Schädigung der Isolation durch Alterung oder Verschmutzung als Ursache für Kurzschlüsse im Anlagenbereich ist eher gering. Der Wartungsaufwand innerhalb der Anlagen entsteht häufig erst infolge der Wirkung eines lang andauernden Störlichtbogens. Kann der Einfluss des Störlichtbogens hingegen stark begrenzt werden, ist es möglich, auf eine unmittelbare Wartung häufig zu verzichten. Aufgrund der Besonderheiten der Fehlerentstehung und der Fehlerdauer in Niederspannungsanlagen ergibt sich für den Einsatz eines Kurzschließers zur Reduzierung der Wirkung von Störlichtbögen eine besondere Situation.

**[0049]** Bei schnellwirkenden Kurzschließen wird der Kurzschluss innerhalb der ersten Fehlerstrom-Halbwellen, dauerhaft bis zur Abschaltung durch die vorgeordneten Schutzeinrichtungen, eingeleitet. Die gesamte Anlage wird somit vom Netz getrennt. Hierdurch entsteht mitunter bereits bei eventuell selbstverlöschenden Wischern infolge der Abschaltung ein hoher Nutzungsausfall. Wird die Zeitdauer des Ansprechens des Kurzschließers hingegen verzögert, erhöht sich der Schaden an den Anlagen bei einem realen Schadensfall hingegen beträchtlich. Zudem entsteht ein drastisch höherer Wartungsaufwand. Durch eine Verzögerung des Kurzschließers ist zudem ein eventuell angestrebter Personenschutz undenkbar.

**[0050]** Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Kurzschließers mit Reihenschaltung aus Opfer- und Schaltelement kann den scheinbar widersprüchlichen Forderungen nach hoher Anlagenverfügbarkeit einerseits und einer starken Schadensbegrenzung andererseits entsprochen werden.

**[0051]** Das erfindungsgemäße Prinzip des Verfahrens zur Einleitung eines Kurzschlusses beruht auf einer gestaffelten Zuschaltung des Kurzschließers mit folgendem Zeitablauf.

**[0052]** Nach der Erfassung eines Störfalles, z.B. einem Störlichtbogen in der Anlage, wird das Schaltelement des Kurzschließers kurzzeitig angesteuert. Der mögliche Kurzschlussstrom durch das Schaltelement wird durch das Opferelement und die Impedanz des Anschlusses sowie des Schaltelements begrenzt. Der Strom kommutiert vom Fehlerort zum Kurzschließer. Nach einer einstellbaren Zeit unterbricht das Schaltelement den Kurzschlussstrom und die Anlage und der Fehlerort werden wieder mit Netzspannung belastet. Im Falle eines Wischers und einer ausreichenden Wiederverfestigung der Fehlerstelle bleibt die Versorgung der Anlage bestehen. Der Kurzschließer meldet den aufgetretenen Fehler und weist somit auf eine notwendige Anlagenüberprüfung hin.

[0053] Bleibt der Fehlerfall bestehen, wird das Schaltelement des Kurzschließers erneut und dauerhaft angesteuert. Das Opferelement des Kurzschließers wird in diesem Fall überlastet und ein dauerhafter metallischer Kurzschluss erzeugt, welcher eine Abschaltung der Anlage erzwingt.

[0054] Bei der vorgestellten Lösung wird das Opferelement so ausgelegt, dass bereits nach geringsten Strombelastungen (niedrige  $I^2t$ -Werte) ein metallischer Kurzschluss erzielt werden kann. Die in diesem Fall eingesetzten Schaltelemente müssen damit nur eine sehr geringe Stromtragfähigkeit bzw. ein geringes Schaltvermögen aufweisen.

[0055] Für eine Anwendung des beschriebenen Verfahrens ist bei Beibehalten der Konstruktion eine differenzierte Auslegung des Opferelements und des Schaltelements empfehlenswert. Alternativ zu einer nahezu entgegengesetzten Optimierung des vorgestellten Kurzschließers kann dieser jedoch recht einfach durch einen parallel geschalteten Pfad für das erläuterte Verfahren ertüchtigt werden. Somit ist eine preisgünstige und bedarfsgerechte Erweiterung des einfachen Kurzschließers jederzeit zum Einsatz des erläuterten Verfahrens möglich.

[0056] Fig. 5 zeigt eine prinzipielle Darstellung bezüglich der Parallelschaltung eines weiteren Pfades. Der zusätzliche Parallelpfad besteht im Wesentlichen aus einem ansteuerbaren Schaltelement 17 mit mittlerer bis hoher Stromtragfähigkeit und Ausschaltvermögen. Zusätzlich kann eine Impedanz 16 vorgesehen sein. Mit Hilfe der Impedanz ergibt sich die Möglichkeit, die Höhe des Kurzschlussstroms bzw. den Wert des Stromquadratimpulses, z.B. mit nichtlinearen Impedanzen zu beeinflussen. Dies kann einerseits sinnvoll sein, um bei dem ersten zeitlich begrenzten Durchschalten des Schaltelements ein Ansprechen von möglichen Überstrom- bzw. Unterspannungsschutz-Einrichtungen des Netzes zu vermeiden und andererseits um bei weniger leistungsstarken Schaltelementen die maximale Belastung hinsichtlich Stromtragfähigkeit und Löschfähigkeit nicht zu überschreiten.

[0057] Die Höhe der Impedanz 16 sollte jedoch einige 100 m $\Omega$  nicht überschreiten, da ansonsten eine Kommutierung des Fehlerstroms zum Gesamtgerät (Kurzschließerpfad 1 und 2) stark behindert wird. Vorzugsweise sollte die Impedanz kleiner als wenige m $\Omega$  sein.

[0058] Als Schaltelement 17 sind insbesondere Halbleiterschalter, z.B. Thyristoren bzw. IGBTs, aber auch triggerbare Vakuumschalter und Funkenstrecken geeignet.

## Patentansprüche

1. Kurzschließeinrichtung für den Einsatz in Nieder- und Mittelspannungsanlagen zum Sach- und Personenschutz, umfassend ein Schaltelement, welches vom Auslösesignal einer Fehlererfassungseinrichtung

betätigbar ist, zwei sich gegenüberliegende Kontaktelektroden mit Mitteln zur Stromzuführung, wobei diese an einen Stromkreis mit Anschlüssen von unterschiedlichem Potential kontaktierbar sind, weiterhin die Kontaktelektroden, unter mechanischer Vorspannung stehend, im Kurzschlussfall federkraftunterstützt eine Relativbewegung zueinander ausführen oder die Kontaktelektroden von einem unter Vorspannung stehenden Kontaktelement überbrückt werden dann, wenn das Kontaktelement eine Relativbewegung zu den Kontaktelektroden ausführt, ein Opferelement als Abstandshalter zwischen den Kontaktelektroden sowie mit einer elektrischen Verbindung zwischen dem Opferelement und dem Schaltelement einerseits und einer der Kontaktelektroden andererseits, um eine stromflussbedingte thermische Zerstörung des Opferelements gezielt herbeizuführen,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Opferelement ein Draht oder Stab aus einem leitfähigen Material mit niedrigem Schmelzintegral ist, wobei das Opferelement auf Zug unter mechanischer Vorspannung steht und zwischen den Kontaktelektroden labyrinthartige, ineinander greifende Dichtelemente vorgesehen sind, um bei einer Lichtbogenbildung und Druckentwicklung eine Bewegungsunterstützung der kolbenartigen beweglichen Kontaktelektrode oder des brückenartigen Kontaktelements zu bewirken.

2. Kurzschließeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Kontaktelektrode eine Kontaktbrücke zwischen zwei elektrischen Anschlüssen bildet.
3. Kurzschließeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaltelement an der beweglichen Kontaktelektrode angeschlossen ist.
4. Kurzschließeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaltelement an der festen Kontaktelektrode angeschlossen ist.
5. Kurzschließeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Kontaktelektrode als Verdrängungsstempel ausgeführt wird, welcher mit einer festen Topf-Kontaktelektrode zusammenwirkt, wobei in der Topf-Kontaktelektrode eine leitfähige, niedrigschmelzende Substanz befindlich ist, welche beim Eintauchen des Stempels eine ergänzende elektrische Brücke zwischen den sich gegenüberliegenden Kontaktabschnitten bildet.
6. Verfahren zum Einleiten eines Kurzschlusses in Niederspannungsanlagen unter Verwendung einer

Kurzschließenrichtung gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche,

**gekennzeichnet durch**

eine gestaffelte Zuschaltung des Kurzschließers mit folgender Schritten:

- kurzzeitiges Ansteuern des Schaltelements nach Erfassung eines Störfalles;
- Begrenzen des Kurzschlussstroms **durch** das Schaltelement mittels des Opferelements und **durch** die Impedanz des Anschlusses sowie die Impedanz des Schaltelements selbst und Kommutieren des Stroms vom Fehlerort zum Kurzschließer;
- Unterbrechen des Kurzschlussstroms nach einer vorgegebenen Zeit **durch** das Schaltelement und erneutes Belasten der Anlage mit Netzspannung;
- beim Bestehenbleiben des Fehlerfalls gegebenenfalls erneutes, jetzt dauerhaftes Ansteuern des Schaltelements;
- Zerstörung des Opferelements und Erzeugen eines dauerhaften Kurzschlusses mit Abschaltung der Anlage.

**Claims**

1. Short-circuiting device for use in low-voltage and medium-voltage systems for the protection of objects and personnel, comprising a switching element, which can be actuated by the trigger signal of a fault detection device, two mutually opposite contact electrodes having power supply means, wherein said contact electrodes can be contacted with an electric circuit having connections of different potentials, wherein further the contact electrodes, being under a mechanical preload, carry out in the event of a short-circuit a relative movement in relation to one another assisted by a spring force or the contact electrodes are bridged by a preloaded contact element when the contact element carries out a relative movement to the contact electrodes, a sacrificial element as spacer between the contact electrodes and having an electrical connection between the sacrificial element and the switching element on the one hand, and one of the contact electrodes on the other hand, in order to deliberately bring about a thermal destruction of the sacrificial element in response to the current flow, **characterized in that** the sacrificial element is a wire or rod made of a conductive material having a low melting integral, wherein the sacrificial element is under a mechanical preload by being under tension and labyrinth-like sealing elements engaging each other are provided between the contact electrodes so as to assist the

movement of the piston-like movable contact electrode or the bridge-like contact element in the event of an arcing and pressure development.

- 5 2. Short-circuiting device according to claim 1, **characterized in that** the movable contact electrode forms a contact bridge between two electrical connections.
- 10 3. Short-circuiting device according to claim 1, **characterized in that** the switching element is connected to the movable contact electrode.
- 15 4. Short-circuiting device according to claim 1, **characterized in that** the switching element is connected to the fixed contact electrode.
- 20 5. Short-circuiting device according to claim 1, **characterized in that** the movable contact electrode is formed as a displacement plunger which cooperates with a fixed pot-type contact electrode, wherein a conductive, low-melting substance is provided in the pot-type contact electrode which, when the plunger is immersed, forms a supplementary electrical bridge between the opposite contact portion.
- 25
- 30 6. Method for initiating a short circuit in low-voltage systems by using a short-circuiting device according to one of the preceding claims, **characterized by** switching in the short-circuiting device in a staggered manner, comprising the following steps:
- 35
- actuating the switching element for a short time after a fault event was detected;
  - limiting the short-circuit current through the switching element by means of the sacrificial element and by the impedance of the connection and the impedance of the switching element itself, and commuting the current from the fault location to the short-circuiting device;
  - interrupting the short-circuit current after a predetermined time by the switching element and loading the system anew with supply voltage;
  - if the fault event remains, if necessary, actuating the switching element again, now permanently;
  - destroying the sacrificial element and generating a permanent short circuit including the shutdown of the system.
- 40
- 45
- 50
- 55

**Revendications**

1. Dispositif de mise en court-circuit destiné à être em-

ployé dans des installations à basse et à moyenne tension pour la protection des biens et des personnes, comprenant un élément de commutation susceptible d'être actionné par un signal de déclenchement d'un dispositif de détection d'erreurs, deux électrodes de contact mutuellement opposées avec des moyens pour l'amenée de courant, ces électrodes pouvant être mises en contact avec un circuit électrique avec des raccords à différents potentiels, dans lequel les électrodes de contact, qui sont sous précontrainte mécanique, exécutent en cas de court-circuit un mouvement relatif l'une par rapport à l'autre avec assistance d'une force due à un ressort, ou bien les électrodes de contact sont pontées par un élément de contact sous précontrainte lorsque l'élément de contact exécute un mouvement relatif par rapport aux électrodes de contact, un élément sacrifié à titre d'écarteur entre les électrodes de contact, ainsi qu'une connexion électrique entre l'élément sacrifié et l'élément de commutation d'une part et l'une des électrodes de contact d'autre part, pour exécuter de façon ciblée une destruction thermique de l'élément sacrifié par le passage d'un courant,

**caractérisé en ce que**

l'élément sacrifié est un fil ou une tige en matériau conducteur avec une faible intégrale de fusion, l'élément sacrifié étant soumis à une précontrainte mécanique en traction, et des éléments d'étanchéité qui s'emboîtent les uns dans les autres sont prévus entre les électrodes de contact à la manière d'un labyrinthe, afin de provoquer, lors de la formation d'un arc électrique et du développement d'une pression, une assistance au mouvement de l'électrode de contact mobile à la manière d'un piston ou de l'élément de contact en forme de pont.

2. Dispositif de mise en court-circuit selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que** l'électrode de contact mobile forme un pont de contact entre deux raccords électriques.
3. Dispositif de mise en court-circuit selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que** l'élément de commutation est raccordé à l'électrode de contact mobile.
4. Dispositif de mise en court-circuit selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que** l'élément de commutation est raccordé à l'électrode de contact fixe.
5. Dispositif de mise en court-circuit selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que** l'électrode de contact mobile est réalisée sous forme de poinçon à refoulement qui coopère avec une électrode de contact fixe en forme de godet, dans lequel une substance conduc-

trice à bas point de fusion se trouve dans l'électrode de contact en forme de godet, substance qui forme, lors de la plongée du poinçon, un pont électrique complémentaire entre les tronçons de contact opposés.

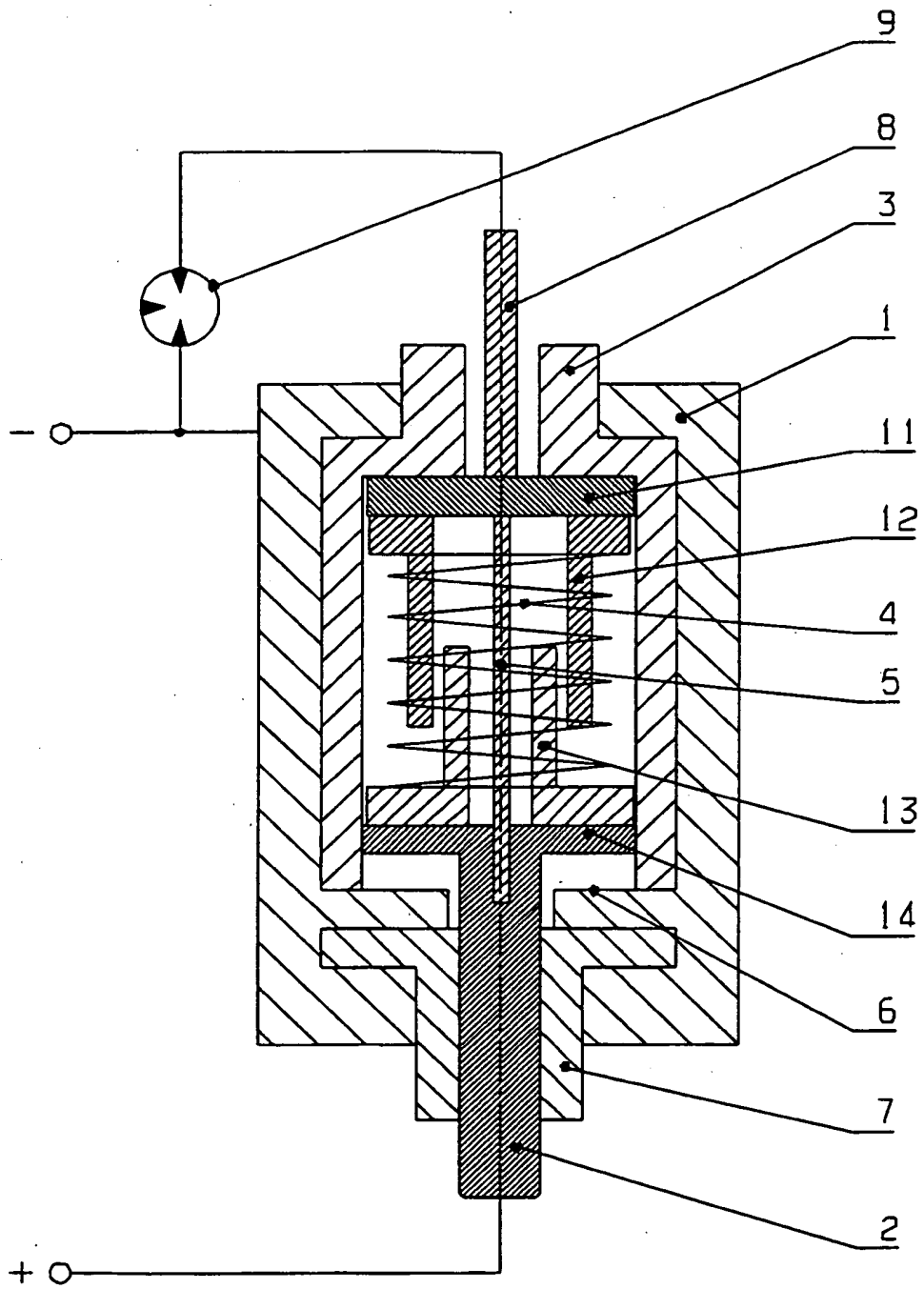
6. Procédé pour établir un court-circuit dans des installations à basse tension en utilisant un dispositif de mise en court-circuit selon l'une des revendications précédentes,

**caractérisé par**

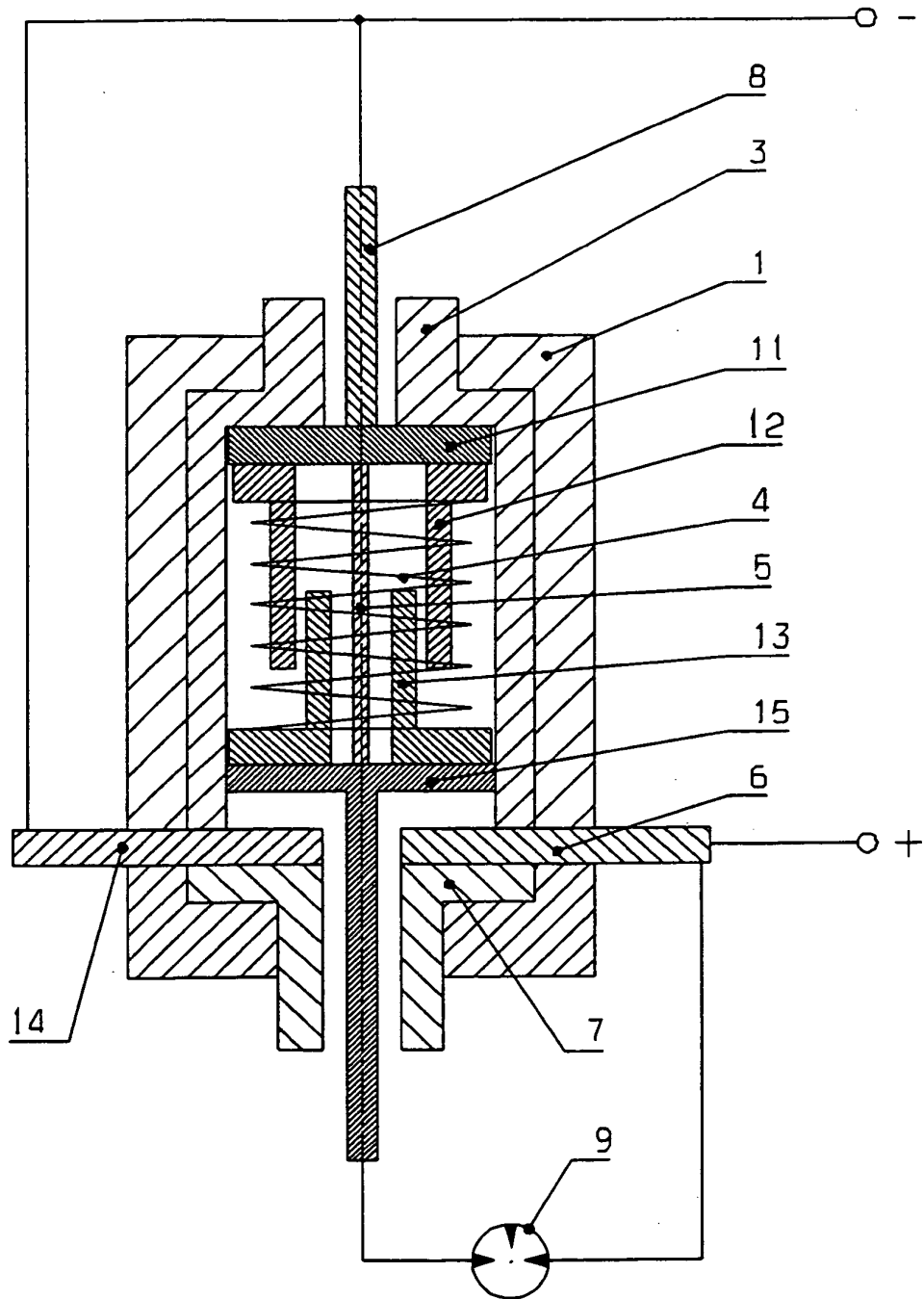
une mise en circuit par gradins des éléments de court-circuit, présentant les étapes suivantes :

- bref pilotage de l'élément de commutation après détection d'un cas de perturbation ;
- limitation du courant de court-circuit à travers l'élément de commutation au moyen de l'élément sacrifié et l'impédance du raccordement ainsi que l'impédance de l'élément de commutation lui-même, et commutation du courant depuis l'emplacement d'erreur vers les éléments de court-circuit ;
- interruption du courant de court-circuit après un temps prédéterminé au moyen de l'élément de commutation, et nouveau chargement de l'installation avec la tension du réseau ;
- si le cas d'erreur persiste, le cas échéant nouveau pilotage, maintenant durable, de l'élément de commutation ;
- destruction de l'élément sacrifié et génération d'un court-circuit durable avec mise hors service de l'installation.

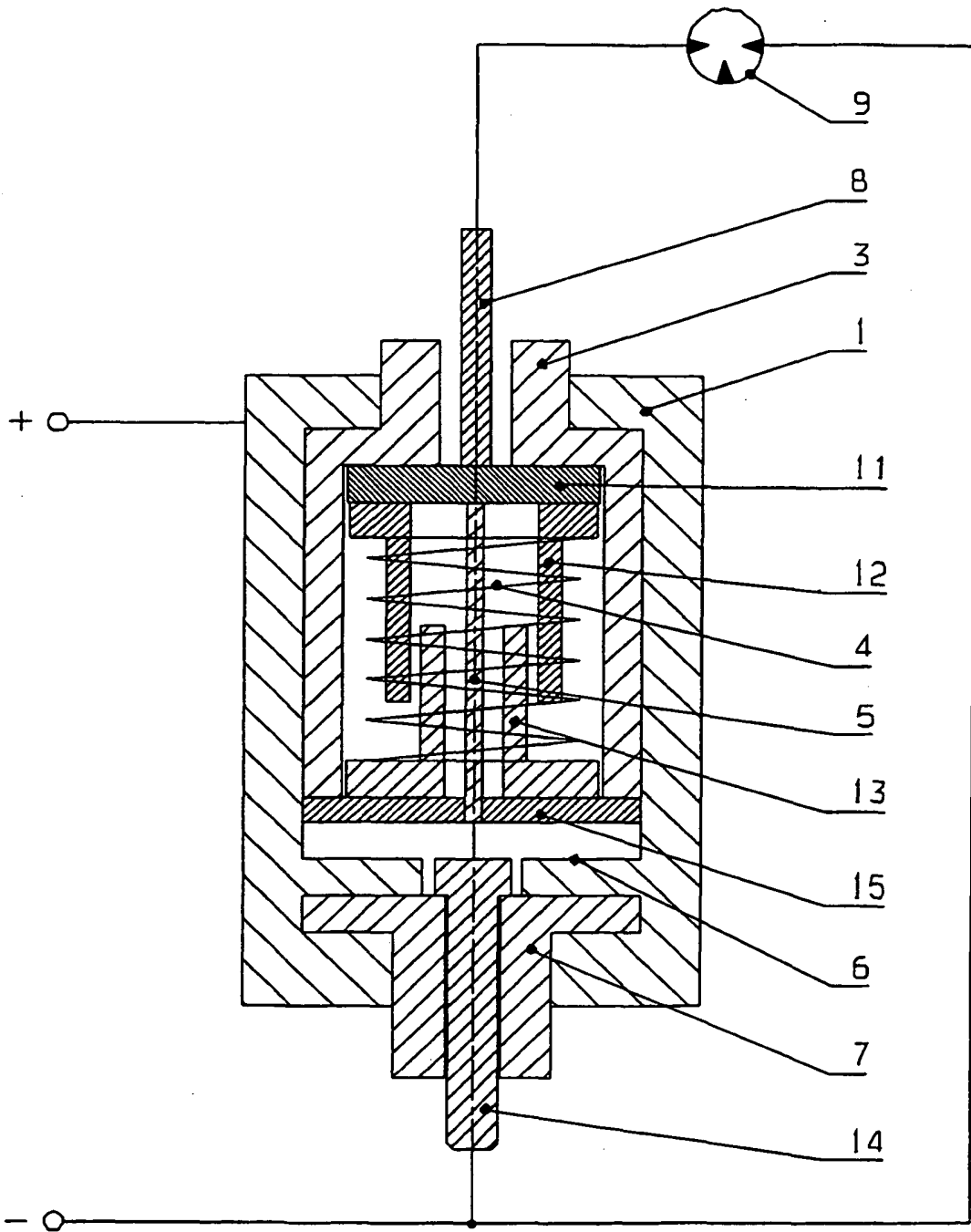




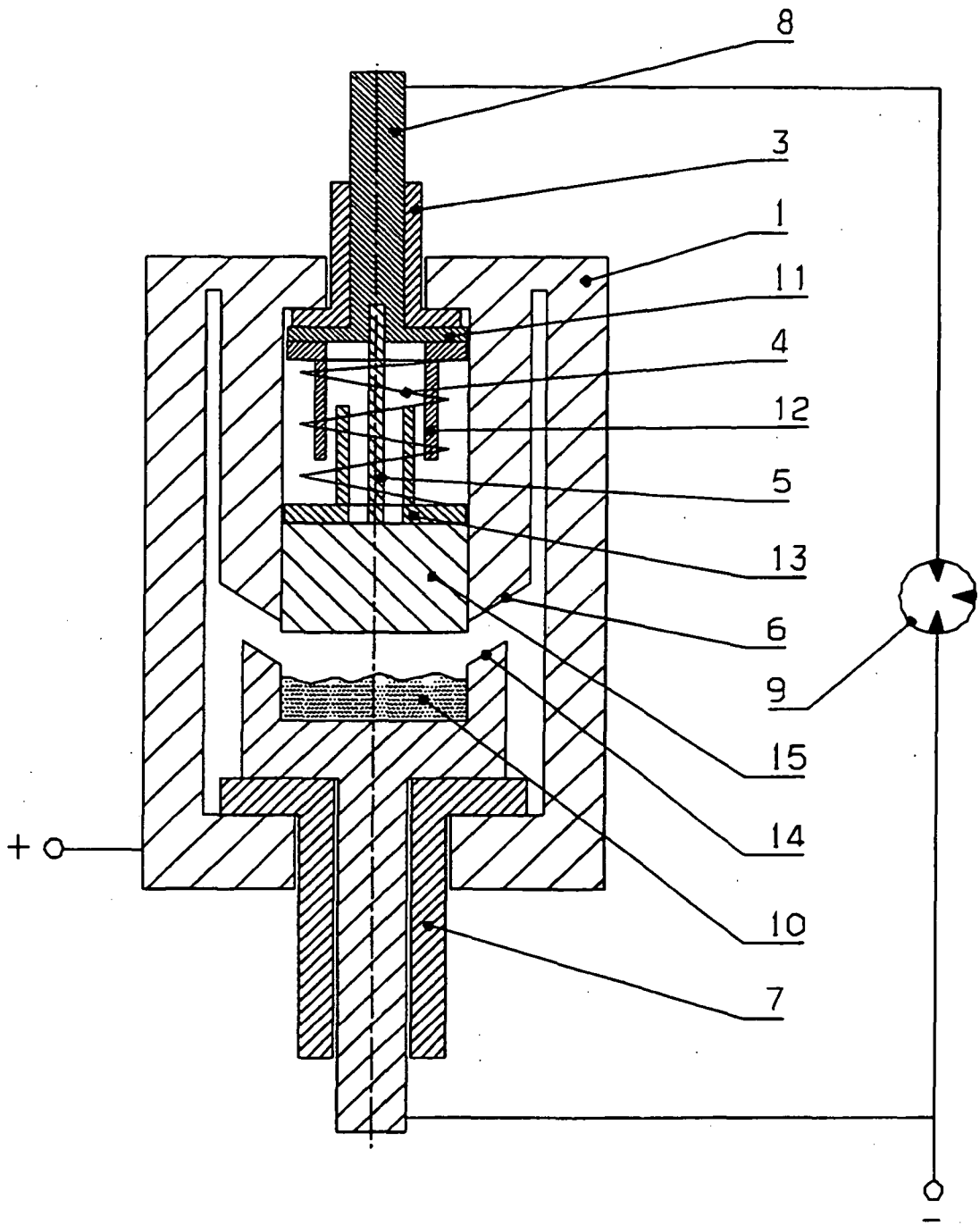
Figur 1



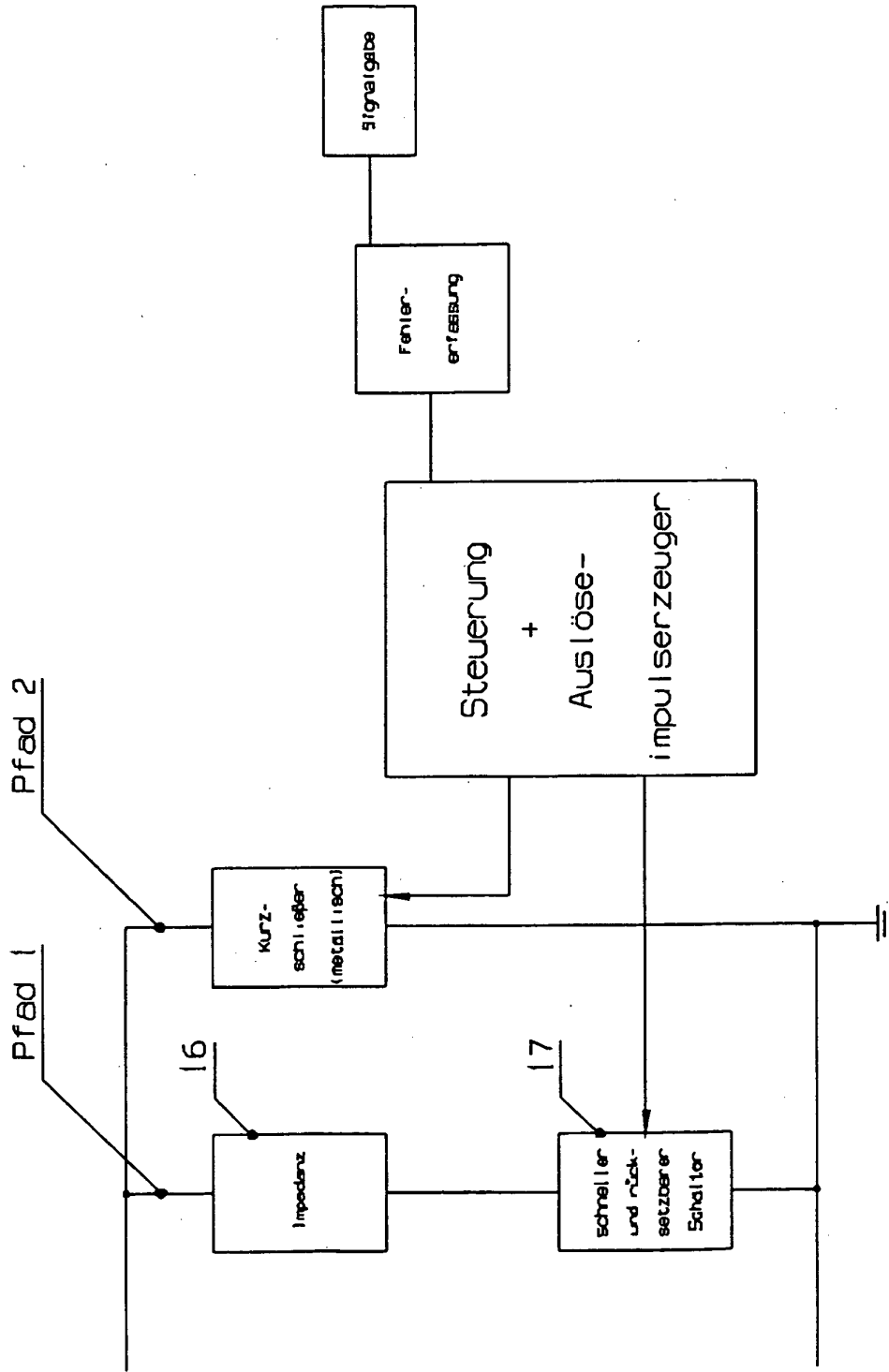
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 4331992 A1 [0004]
- DE 4345170 A1 [0004]
- DE 19746815 A1 [0005] [0006]
- DE 9419141 U1 [0006]
- DE 4235329 C2 [0006]
- DE 4235329 A1 [0007]
- DE 10313045 B3 [0008]
- US 3425017 A [0010]