

(19)



(11)

EP 4 111 480 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.05.2024 Patentblatt 2024/19

(21) Anmeldenummer: **21715521.7**

(22) Anmeldetag: **24.03.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01H 9/00 ^(2006.01) **H01H 9/54** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01H 9/0005; H01H 9/541; H01H 9/542;
H01H 2009/0061

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2021/057513

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2021/213769 (28.10.2021 Gazette 2021/43)

(54) **VORRICHTUNG ZUR BEGRENZUNG EINES KURZSCHLUSSSTROMES IN EINEM LASTSTUFENSCHALTER SOWIE LASTSTUFENSCHALTER MIT DIESER VORRICHTUNG**

DEVICE FOR LIMITING A SHORT-CIRCUIT CURRENT IN AN ON-LOAD TAP-CHANGER, AND ON-LOAD TAP-CHANGER HAVING SAID DEVICE

DISPOSITIF DE LIMITATION D'UN COURANT DE COURT-CIRCUIT DANS UN CHANGEUR DE PRISES EN CHARGE, ET CHANGEUR DE PRISES EN CHARGE ÉQUIPÉ DE CE DISPOSITIF

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

(30) Priorität: **22.04.2020 DE 102020110935**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.01.2023 Patentblatt 2023/01

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**
93059 Regensburg (DE)

(72) Erfinder:
• **KIRCHNER, Laurenc**
93049 Regensburg (DE)
• **REHKOPF, Sebastian**
93059 Regensburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2016/169826 CH-A- 404 804
DE-A1-102016 120 070 DE-T2- 69 630 608
US-A- 3 786 337 US-A- 4 184 186

EP 4 111 480 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 Vorrichtung zur Begrenzung eines Kurzschlussstromes in einem Laststufenschalter, insbesondere in einem Lastumschalter des Laststufenschalters sowie einen Laststufenschalter umfassend eine Vorrichtung zur Begrenzung eines Kurzschlussstromes in dem Laststufenschalter.

[0002] Laststufenschalter dienen bekanntermaßen zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen einer Regelwicklung eines Stufentransformators und damit zur Spannungsregelung. Sie bestehen üblicherweise aus einem Wähler zur leistungslosen Vorwahl derjenigen Wicklungsanzapfung des Stufentransformators, auf die umgeschaltet werden soll, sowie einem Lastumschalter zur eigentlichen, unterbrechungslosen Umschaltung von der bisherig beschalteten Wicklungsanzapfung auf die neue, vorgewählte Wicklungsanzapfung. Für die leistungslose Vorwahl der Wicklungsanzapfungen weist der Wähler in der Regel zwei bewegliche Wählerkontakte auf, welche die Wicklungsanzapfungen beschalten. Der Lastumschalter weist für die eigentliche Lastumschaltung üblicherweise Schaltkontakte und Widerstände auf. Die Schaltkontakte sind in den Hauptlastzweigen des Lastumschalters angeordnet und dienen zur direkten Verbindung der durch den jeweiligen Wählerkontakt beschalteten Wicklungsanzapfung mit einer Lastableitung über den Hauptlastzweig. Die Widerstände dienen zur Begrenzung des kurzzeitig, während des Umschaltvorganges im Lastumschalter fließenden Kreisstroms und werden auch als Überschaltwiderstände bezeichnet.

[0003] Bei nicht ordnungsgemäßem Betrieb des Laststufenschalters kann es zu Fehlfunktionen des Lastumschalters kommen. Eine mögliche Fehlfunktion ist ein Kurzschluss im Laststufenschalter, genauer im Lastumschalter, ausgelöst durch einen Überschlag zwischen den beiden Hauptlastzweigen. Da die beiden Hauptlastzweige über jeweils einen Wählerkontakt mit einer Wicklungsanzapfung der Regelwicklung elektrisch verbunden sind, kann dies einen Stufenkurzschluss zur Folge haben. Konkret bedeutet das, dass der Kurzschlussstrom über die Hauptlastzweige und die Wählerkontakte über eine Regelstufe der Regelwicklung des Stufentransformators fließt.

[0004] Um einen Transformator im Falle eines Kurzschlusses vor größeren Schäden oder Zerstörung zu schützen, sind im Übertragungsnetz Leistungsschalter vorgesehen, die dafür ausgelegt sind, im Fehlerfall hohe Ströme sicher abzuschalten. Hierfür benötigen sie jedoch eine relativ lange Zeit, beispielsweise 50 ms. Während dieser Dauer fließt der Kurzschlussstrom unbegrenzt über die leitenden Bauteile von Stufenschalter und Transformator, was zu einer erheblichen Schädigung des Laststufenschalters und der Regelwicklung des Transformators führen kann. Dies gilt es zu vermeiden.

[0005] Aus der Druckschrift US 3 786 337 A ist ein Laststufenschalter für Stufentransformatoren bekannt, der zur Umschaltung zwischen Wicklungsanzapfungen des Stufentransformators in einem ersten und in einem zweiten Stromzweig jeweils Thyristoren in Antiparallelschaltung aufweist. Der Laststufenschalter umfasst zusätzlich elektrische Sicherungen mit jeweils parallel geschalteten Widerständen, die im Falle einer Fehlfunktion der Thyristoren das Auftreten von Kurzschlussströmen verhindern.

[0006] Die Druckschrift CH 404 804 A offenbart eine Schaltanordnung für einen Laststufenschalter, wobei die einzelnen Schaltstrecken mit Doppelkontaktstellen versehen und so miteinander und mit den Überschaltwiderständen verbunden sind, dass bei Schaltungen mit Nennstrom der Lastumschalter als normaler Fahren-Wimpel-Schalter, bei Überlastströmen jedoch nur als Wimpel-Schalter mit vier in Reihe geschalteten Unterbrechungsstellen wirkt.

[0007] Die Druckschrift WO 2016/169826 A1 bezieht sich auf einen Laststufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen Wicklungsanzapfungen einer Regelwicklung eines Transformators mit einem Wähler und einem Lastumschalter. Der Lastumschalter weist einen Umschalter, einen Hauptzweig und einen Hilfszweig mit einem strombegrenzenden Element auf. Ein weiteres Schaltelement ist zwischen dem Hauptzweig und dem Hilfszweig angeordnet.

[0008] Aus der Druckschrift DE 696 30 608 T2 ist ein Überstromschutz für elektrische Schaltungen bekannt, der eine Hall-Effekt-Einrichtung zur Überwachung des Stromes in der Schaltung umfasst, die bei Erfassen eines Überstroms ein Relais erregt, wodurch der Strom zu einer PTC-Einrichtung umgeleitet wird.

[0009] Die Druckschrift US 4 184 186 A bezieht sich auf eine Strombegrenzungsvorrichtung für ein elektrisches Wechselstromsystem, die eine strombegrenzende Wirkung auf die erste Stromschleife nach der Fehlereinleitung erreicht, indem der Fehlerstrom schnell durch einen Pfad mit niedriger Impedanz zur Erde abgeleitet wird.

[0010] Die Druckschrift DE 10 2016 120 070 A1 offenbart ein Niederspannungs-Schutzschaltgerät mit einer Steuereinheit, die dazu ausgebildet ist, einen Bypass-Schalter und eine Halbleiterschaltungsanordnung bei Detektion eines Kurzschlussstromes durch eine Strommessenanordnung anzusteuern.

[0011] Vor diesem Hintergrund schlägt die Erfindung den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche vor. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0012] Das verbesserte Konzept beruht auf der Idee, eine Vorrichtung bereitzustellen, die es ermöglicht, im Falle eines Kurzschlusses im Lastumschalter eines Laststufenschalters diesen schnell genug zu erkennen und den ansteigenden Kurzschlussstrom noch vor dem Erreichen kritischer Werte auf einen Widerstand zu kommutieren, der den Strom auf zulässige Werte begrenzt, solange bis ein übergeordnetes Schutzsystem, beispielsweise ein Leistungsschalter, auslöst und den Transformator vom Übertragungsnetz trennt.

[0013] Gemäß einem ersten Aspekt schlägt die Erfindung eine Vorrichtung zur Begrenzung eines Kurzschlussstromes in einem Laststufenschalter, insbesondere in einem Lastumschalter des Laststufenschalters, vor. Die Vorrichtung weist einen ersten Sensor zur Messung eines Stromes in einer ersten Stromleitung des Laststufenschalters, ein Unterbrechungselement, eine Steuereinrichtung und ein strombegrenzendes Element auf. Das Unterbrechungselement ist in der ersten Stromleitung des Laststufenschalters angeordnet. Das strombegrenzende Element ist in einem Parallelpfad zu dem Unterbrechungselement, also parallel zur ersten Stromleitung angeordnet. Der erste Sensor ist dazu ausgebildet, ein erstes Messsignal, das den gemessenen Strom in der ersten Stromleitung des Laststufenschalters repräsentiert, an die Steuereinrichtung zu übermitteln. Die Strommessung und die Übermittlung des Messsignals kann kontinuierlich bzw. zeitlich ununterbrochen erfolgen, bevorzugt mit einer Abtastrate von weniger als einer Mikrosekunde. Die Übermittlung des Messsignals an die Steuereinheit kann über Funk, über einen Lichtwellenleiter oder bevorzugt über einen Draht, besonders bevorzugt über einen geschirmten Draht erfolgen.

[0014] Der Sensor ist bevorzugt als Stromwandler ausgebildet. Grundsätzlich ist jedoch jede Art von Sensor, die den zeitlichen Verlauf eines Stromes in einer Leitung kontinuierlich messen und in Form eines Messsignals an eine Steuereinheit weiter übermitteln kann, für die Ausführung der erfindungsgemäßen Lösung einsetzbar.

[0015] Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise dazu ausgebildet, den zeitlichen Verlauf des Messsignals, das den gemessenen Strom repräsentiert, zu erfassen und/oder zu ermitteln.

[0016] Der erste Sensor kann außerhalb eines Gehäuses des jeweiligen Transformators, dessen Spannung durch den Laststufenschalter geregelt wird, bevorzugt an einem Deckel des Transformatorgehäuses, oder innerhalb des Transformatorgehäuses angeordnet sein.

[0017] Das Unterbrechungselement ist durch die Steuereinrichtung derart betätigbar, dass es die Stromführung in der ersten Stromleitung des Laststufenschalters unterbrechen kann, sodass der in der ersten Stromleitung geführte Strom auf den Parallelpfad mit dem strombegrenzenden Element kommutiert, also übergeben, und durch das strombegrenzende Element begrenzt wird.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform verbindet die erste Stromleitung den Wähler, vorzugsweise einen ersten beweglichen Wählerkontakt, und den Lastumschalter, vorzugsweise einen ersten Hauptlastzweig des Laststufenschalters, elektrisch miteinander.

[0019] Gemäß einer Ausführungsform ist das Unterbrechungselement in einem Abschnitt der ersten Stromleitung angeordnet, der außerhalb des Laststufenschalters, also außerhalb des Wählers und des Lastumschalters liegt.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Unterbrechungselement eine Schaltzeit zum Unterbrechen der Stromführung von kürzer als 1,0 ms, bevorzugt kürzer als 0,5 ms und besonders bevorzugt kürzer als 0,1 ms auf. Aufgrund der kurzen Reaktionszeit des Unterbrechungselements wird der ansteigende Kurzschlussstrom auf das strombegrenzende Element kommutiert, bevor der Kurzschlussstrom einen kritischen Wert erreicht.

[0021] Das Unterbrechungselement kann außerhalb des Transformatorgehäuses, bevorzugt am Deckel, oder innerhalb des Transformatorgehäuses angeordnet sein.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Unterbrechungselement als Halbleiterschaltelement oder als Explosivstoff- oder Sprengladung oder als mechanische Kontaktanordnung mit einem elektrodynamischen Antrieb ausgebildet.

[0023] Die Halbleiterschaltelemente können beispielsweise als IGBT's und/oder Thyristoren ausgebildet sein. Explosiv- bzw. Sprengladungen zur Trennung von elektrischen Verbindungen wie Kabeln oder Schienen sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt. Geeignete Trennmittel sind unter anderem pyrotechnische Schneidladungen wie zum Beispiel in der EP 0052521 A1 beschrieben, oder Sprengkapseln, wie sie in Mittelspannungsanwendungen wie dem sogenannten "I_s-Begrenzer" seit Jahrzehnten zum Einsatz kommen. Eine mechanische Kontaktanordnung mit einem elektrodynamischen Antrieb kann beispielsweise in Form eines Kontakttringsystems, wie in der DE 199 53 551 C1 beschrieben, ausgebildet sein und ebenfalls ein mögliches Mittel zur Unterbrechung der Stromführung in der ersten Stromleitung sein.

[0024] Alle diese Unterbrechungselemente haben den Vorteil, dass sie äußerst kurze Schalt- bzw. Betätigungszeiten im Bereich von 0,1 bis 1,0 ms aufweisen.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das strombegrenzende Element auf eine Stromstärke ausgelegt, die einem Vielfachen des Nennstromes, beispielsweise dem 2-fachen des Nennstromes des Laststufenschalters entspricht. Der Nennstrom, der in den einschlägigen Normen auch als Bemessungs-Durchgangsstrom bezeichnet wird, ist der Strom, für den der Laststufenschalter im Dauerbetrieb bemessen ist. Demnach ist ein strombegrenzendes Element eines Laststufenschalters, der einen Nennstrom von 800 A aufweist, gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform der Erfindung derart ausgelegt, dass es kurzzeitig, beispielsweise für eine Zeitspanne von 50 ms, einen Kurzschlussstrom auf 1600 A begrenzen kann.

[0026] Das strombegrenzende Element kann als Widerstand, beispielsweise als ohmscher Widerstand, als Kaltleiter, als Sicherung mit Schmelzleiter oder als Induktivität, insbesondere als Spule ausgebildet sein. Als Widerstand für die Vorrichtung kann bevorzugt auch einer der Überschaltwiderstände im Lastumschalter des Laststufenschalters parallel zur ersten Stromleitung verschaltet werden.

[0027] Erfindungsgemäß umfasst die Vorrichtung zur Strombegrenzung neben dem ersten Sensor noch einen zweiten Sensor zur Messung des Stromes in einer zweiten Stromleitung des Laststufenschalters. Der zweite Sensor ist dazu ausgebildet, ein zweites Messsignal, das den gemessenen Strom in der zweiten Stromleitung des Laststufenschalters repräsentiert, an die Steuereinrichtung zu übermitteln. Die zweite Stromleitung verbindet vorzugsweise den Wähler, bevorzugt einen zweiten beweglichen Wählerkontakt, und den Lastumschalter, vorzugsweise einen zweiten Hauptlastzweig des Lastumschalters, elektrisch miteinander. Der zweite Sensor ist bevorzugt analog zum ersten Sensor und das zweite Messsignal bevorzugt analog zum ersten Messsignal ausgebildet. Der zweite Sensor kann außerhalb des Transformatorgehäuses, insbesondere am Deckel, oder innerhalb des Transformatorgehäuses angeordnet sein.

[0028] Erfindungsgemäß ist die Steuereinrichtung konfiguriert, das Unterbrechungselement zu betätigen, wenn sowohl das erste Messsignal als auch das zweite Messsignal größer oder gleich einem festgesetzten Grenzwert ist.

[0029] Die Steuereinrichtung bestimmt basierend auf dem ersten und dem zweiten Messsignal, ob sowohl der gemessene Strom in der ersten Stromleitung als auch der gemessene Strom in der zweiten Stromleitung den Grenzwert erreicht oder überschritten haben, und betätigt das Unterbrechungselement, wenn dies der Fall ist.

[0030] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der festgesetzte Grenzwert ein Maximalwert des Stromes, der ein Vielfaches des Nennstromes des Laststufenschalters beträgt. Demnach wird gemäß dieser Ausführungsform der Grenzwert bei einem Laststufenschalter mit einem Nennstrom von beispielsweise 800 A auf einen Maximalwert des Stromes von 1600 A festgelegt. Das bedeutet konkret, dass das Unterbrechungselement durch die Steuereinrichtung betätigt wird, wenn sowohl in der ersten als auch in der zweiten Stromleitung ein Strom von mindestens 1600 A gemessen wird.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der festgesetzte Grenzwert eine maximale Änderung des Stromes innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne. Beispielsweise beträgt ein Grenzwert gemäß dieser Ausführungsform bei einem Laststufenschalter, der auf einen Nennstrom von 800 A ausgelegt ist, 1,2 A/μs. Das bedeutet konkret, dass das Unterbrechungselement durch die Steuereinrichtung betätigt wird, wenn der in der ersten und der zweiten Stromleitung gemessene Strom innerhalb einer Mikrosekunde um einen Wert von 1,2 A oder größer ansteigt. Dies hat den Vorteil, dass ein auftretender Kurzschlussstrom schneller, beispielsweise innerhalb einer Mikrosekunde erkannt werden kann, da ein ungewöhnlich schneller Anstieg des Stromes über die Sensoren und die Steuereinrichtung frühzeitig detektiert wird.

[0032] Gemäß einem zweiten Aspekt schlägt die Erfindung einen Laststufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators vor. Der Laststufenschalter hat einen Wähler zur leistungslosen Vorwahl auf eine ausgewählte Wicklungsanzapfung, einen Lastumschalter zur eigentlichen Lastumschaltung von der bisherigen Wicklungsanzapfung auf die vorgewählte Wicklungsanzapfung sowie eine erste Stromleitung, die den Wähler und den Lastumschalter, bevorzugt einen ersten Wählerarm und einen ersten Hauptlastzweig, elektrisch miteinander verbindet. Außerdem umfasst der erfindungsgemäße Laststufenschalter eine Vorrichtung zur Begrenzung eines Kurzschlussstromes in dem Laststufenschalter, insbesondere in dem Lastumschalter des Laststufenschalters, die gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung ausgebildet ist. Bezüglich der Vorrichtung wird auf die vorangegangenen Erläuterungen, bevorzugten Merkmale und/oder Vorteile in analoger Weise Bezug genommen, wie sie bereits zu dem ersten Aspekt der Erfindung oder einer der zugehörigen, vorteilhaften Ausführungsformen erläutert worden ist.

[0033] Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung umfasst der Laststufenschalter eine zweite Stromleitung, die den Wähler und den Lastumschalter, bevorzugt einen zweiten Wählerarm und einen zweiten Hauptlastzweig, elektrisch miteinander verbindet. Außerdem umfasst bei dieser Ausführungsform die Vorrichtung einen zweiten Sensor zur Messung des Stromes in der zweiten Stromleitung. Der zweite Sensor ist dazu ausgebildet, ein zweites Messsignal, das den gemessenen Strom in der zweiten Stromleitung des Laststufenschalters repräsentiert, an die Steuereinrichtung zu übermitteln.

[0034] Gemäß einem dritten Aspekt schlägt die Erfindung ein Verfahren zur Begrenzung eines Kurzschlussstromes in einem Laststufenschalter, insbesondere in einem Lastumschalter des Laststufenschalters vor, wobei der Laststufenschalter gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung ausgebildet ist und eine Vorrichtung umfasst, die gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung ausgebildet ist. Das Verfahren weist folgende Verfahrensschritte auf: Messen eines Stromes in einer ersten Stromleitung des Laststufenschalters mittels eines ersten Sensors, Übermitteln eines ersten Messsignals, das den gemessenen Strom in der ersten Stromleitung des Laststufenschalters repräsentiert, von dem ersten Sensor an eine Steuereinrichtung, Betätigen eines Unterbrechungselementes, das in der ersten Stromleitung des Laststufenschalters angeordnet ist, derart, dass die Stromführung in der ersten Stromleitung des Laststufenschalters unterbrochen und der Strom auf ein strombegrenzendes Element kommutiert wird. Das strombegrenzende Element ist parallel zu dem Unterbrechungselement, insbesondere in einem zu der ersten Stromleitung parallelen Strompfad angeordnet.

[0035] Die Schritte des Verfahrens korrespondieren zu den Merkmalen der Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung und zu den Merkmalen des Laststufenschalters gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung. Demnach wird für das Verfahren gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung auf die vorteilhaften Erläuterungen, bevorzugten Merkmale und/oder Vorteile in analoger Weise Bezug genommen, wie sie für die Vorrichtung und den Laststufenschalter gemäß

dem zweiten und dem dritten Aspekt der Erfindung bereits erläutert worden sind.

[0036] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verfahren die weiteren Schritte, wonach zusätzlich zum Messen des Stromes in der ersten Stromleitung ein Strom in einer zweiten Stromleitung des Laststufenschalters mittels eines zweiten Sensors gemessen wird, zusätzlich zum Übermitteln des ersten Messsignals ein zweites Messsignal, das den gemessenen Strom in der zweiten Stromleitung des Laststufenschalters repräsentiert, von dem zweiten Sensor an die Steuereinrichtung übermittelt wird, außerdem das erste und das zweite Messsignal mittels der Steuereinrichtung mit einem festgesetzten Grenzwert verglichen wird und das Unterbrechungselement betätigt wird, wenn sowohl das erste Messsignal als auch das zweite Messsignal größer oder gleich dem festgesetzten Grenzwert ist. Zu dieser bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird auf die Erläuterungen, bevorzugten Merkmale und/oder Vorteile in analoger Weise Bezug genommen, wie sie für die entsprechenden, vorteilhaften Ausgestaltungen der Vorrichtung bereits erläutert worden sind.

[0037] Weitere Ausgestaltungsformen und Implementierungen des Verfahrens ergeben sich unmittelbar aus den verschiedenen Ausgestaltungsformen der Vorrichtung.

[0038] Im Folgenden wird die Erfindung anhand beispielhafter Ausführungsformen unter Bezug auf die Zeichnungen im Detail erklärt. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich und in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung auch unabhängig von ihrer Zusammensetzung in den einzelnen Ansprüchen oder deren Rückbezügen. Komponenten, die identisch oder funktionell identisch sind oder einen identischen Effekt haben, können mit identischen Bezugszeichen versehen sein. Identische Komponenten oder Komponenten mit identischer Funktion sind unter Umständen nur bezüglich der Figur erklärt, in der sie zuerst erscheinen. Die Erklärung wird nicht notwendigerweise in den darauffolgenden Figuren wiederholt.

[0039] Es zeigen

Figur 1 eine beispielhafte Ausführungsform eines Laststufenschalters in einer schematischen Darstellung;

Figur 2 eine erste Ausführungsform der Vorrichtung in einer schematischen Darstellung;

Figur 3 eine zweite Ausführungsform der Vorrichtung in einer schematischen Darstellung;

Figur 4 eine dritte Ausführungsform der Vorrichtung in einer schematischen Darstellung;

Figur 5 eine erste Ausführungsform eines Verfahrens zur Begrenzung eines Kurzschlussstromes in einer schematischen Darstellung;

Figur 6 eine zweite Ausführungsform des Verfahrens in einer schematischen Darstellung.

[0040] In Figur 1 ist eine beispielhafte Ausführungsform eines Laststufenschalters 2 für einen Stufentransformator 20 schematisch dargestellt. Der Stufentransformator 20 weist eine Stammwicklung 25 und eine Regelwicklung 21 mit unterschiedlichen Wicklungsanzapfungen $N_1, \dots, N_J, \dots, N_N$ auf, die durch den Laststufenschalter 2 zu- bzw. abgeschaltet werden. Dafür umfasst der Laststufenschalter 2 einen Wähler 11, der mittels zwei beweglicher Wählerkontakte die unterschiedlichen Wicklungsanzapfungen $N_1, \dots, N_J, \dots, N_N$ der Regelwicklung 21 kontaktieren kann, und einen Lastumschalter 8, der die eigentliche Lastumschaltung von der aktuell beschalteten auf die neue, vorgewählte Wicklungsanzapfung durchführt. In der in Figur 1 dargestellten Position des Lastumschalters 8 fließt der Laststrom von der aktuell beschalteten Wicklungsanzapfung N_{J+1} über den jeweiligen Wählerkontakt und den Lastumschalter 8 zu einer Lastableitung 12.

[0041] In Figur 2 ist eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch dargestellt. Die Vorrichtung 1 dient zur Begrenzung eines Kurzschlussstromes im Fehlerfall des Laststufenschalters 2, insbesondere des Lastumschalters 8. Der Lastumschalter 8 weist für die Umschaltung mehrere Schaltkontakte und Widerstände auf. Die konkrete Schaltungsanordnung des Lastumschalters ist jedoch für die Ausführung der Erfindung nicht wesentlich, sodass hierauf nicht näher eingegangen wird. Der Laststufenschalter 2 umfasst einen Wähler 11 mit zwei beweglichen Wählerarmen, die jeweils eine Wicklungsanzapfung N_J, N_{J+1} einer Regelwicklung eines Stufentransformators (nicht dargestellt) kontaktieren. Die Vorrichtung 1 umfasst einen ersten Sensor 3, der in einer ersten Stromleitung 4 angeordnet ist, und einen zweiten Sensor 9, der in einer zweiten Stromleitung 10 angeordnet ist. Die Sensoren 3, 9 dienen zur kontinuierlichen Messung des Stromes, der durch die jeweilige Stromleitung 4, 10 fließt und zur kontinuierlichen Übermittlung des gemessenen Stromes in Form eines Messsignals M1, M2 an eine Steuereinrichtung 6. Die Sensoren 3, 9 können die Messsignale M1, M2 beispielsweise über eine Signalverbindung 13 zu der Steuereinrichtung 6 übertragen. Die erste Stromleitung 4 verbindet einen ersten beweglichen Wählerkontakt des Wählers 11 mit dem Lastumschalter 8 des Laststufenschalters 2. Analog dazu verbindet die zweite Stromleitung 10 einen zweiten beweglichen Wählerkontakt des Wählers 11 mit dem Lastumschalter 8. In der ersten Stromleitung 4 ist ein Unterbrechungselement 5 angeordnet,

das gemäß der ersten Ausführungsform als IGBT-Schalter 5 ausgebildet, und derart ausgelegt und betätigbar ist, dass es einen bei einem Fehlerfall im Lastumschalter 8 auftretenden Kurzschlussstrom kommutieren kann. Betätigt wird das Halbleiterschaltelement 5 durch die Steuereinrichtung 6, wenn sowohl das erste Messsignal M1 als auch das zweite Messsignal M2 größer oder gleich einem festgesetzten Grenzwert ist. Dann wird die Stromführung in der ersten Stromleitung 4 durch das Halbleiterschaltelement 5 unterbrochen, sodass der Strom auf ein strombegrenzendes Element 7 kommutiert wird. Das strombegrenzende Element 7 ist hier beispielsweise als ohmscher Widerstand ausgebildet und parallel zum Halbleiterschaltelement 5, bzw. in einem zur ersten Stromleitung 4 parallelen Strompfad 14 angeordnet und derart ausgelegt, dass es den ansteigenden Kurzschlussstrom so lange begrenzen kann, bis ein übergeordnetes Schutzsystem, beispielsweise ein Leistungsschalter betätigt, und der betroffene Stufentransformator, der durch den Laststufenschalter 2 geregelt wird, von dem Übertragungsnetz getrennt wird.

[0042] In Figur 3 ist eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch dargestellt. Bezüglich der Vorrichtung 1 aus der Figur 3 wird auf die vorangegangenen Erläuterungen zu der Vorrichtung aus Figur 2 in analoger Weise Bezug genommen und im Folgenden lediglich auf die Unterschiede zu der Vorrichtung aus Figur 2 eingegangen. Die Vorrichtung 1 aus Figur 3 weist ein Unterbrechungselement 5 und ein strombegrenzendes Element 7 auf, die beispielhaft in Form einer strombegrenzenden Schalteinheit ausgebildet sind, wie sie beispielsweise aus der DE 199 53 551 C1 bekannt ist. Diese Schalteinheit umfasst ein Kontakttringsystem mit einem elektrodynamischen Antrieb, das im Kurzschlussfall die Stromführung in der ersten Stromleitung 4 unterbricht. Für die Kommutierung des Stromes sind beispielhaft zwei parallele Kommutierungspfade vorgesehen, wobei der Kommutierungspfad, auf den der Strom als letztes kommutiert wird, ein PTC-Element 7 aufweist, welches als strombegrenzendes Element dient und derart ausgebildet ist, dass es den Kurzschlussstrom begrenzen kann, bis ein übergeordnetes Schutzsystem greift.

[0043] In Figur 4 ist eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch dargestellt. Figur 4 zeigt insbesondere eine beispielhafte, räumliche Anordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1. Bezüglich der Vorrichtung 1 aus der Figur 4 wird auf die vorangegangenen Erläuterungen zu der Vorrichtung 1 aus den Figuren 3 und 4 in analoger Weise Bezug genommen und im Folgenden lediglich auf die Unterschiede und ergänzende Merkmale eingegangen. Die Vorrichtung 1 begrenzt einen Kurzschlussstrom bei einem Fehlerfall des Laststufenschalters 2, der das Spannungsverhältnis des Stufentransformators 20 regelt. Der Stufentransformator 20 weist ein Gehäuse 23, insbesondere einen Öltank, mit einem Deckel 24 auf. Der Laststufenschalter 2 ist unter dem Deckel 24 des Transformators angeordnet, wobei sich der Wähler 11 räumlich unterhalb des Lastumschalters 8 befindet. Der in der ersten Stromleitung 4 angeordnete erste Sensor 3 sowie das Unterbrechungselement 5, das als hier beispielhaft als Sprengladung in Form einer Sprengkapsel ausgebildet ist, sind außerhalb des Transformatorgehäuses 23 auf dem Deckel 24 angebracht. Die erste Stromleitung 4 führt von einem ersten Wählerkontakt, der eine Wicklungsanzapfung N_J kontaktiert (nicht dargestellt), über jeweils eine Durchführung 22 vom Inneren des Gehäuses 23 nach außen bzw. von außen nach innen und im Inneren schließlich in den Lastumschalter 8. Der Sensor 3 und das Unterbrechungselement 5 sind zwischen den Durchführungen 22 angeordnet. Die Durchführungen 22 können beispielsweise gemäß DIN-Norm ausgebildete Standard-Durchführungen für Anwendungen im 4 kV-Bereich sein. Parallel zur ersten Stromleitung 4 ist der Widerstand 7 angeordnet, welcher sich im Transformatorgehäuse 23 befindet. Alternativ kann auch einer der Überschaltwiderstände im Lastumschalter 8 als strombegrenzendes Element 7 dienen und parallel zur ersten Stromleitung 4 geschaltet werden. In der zweiten Stromleitung 10, die von einem zweiten Wählerkontakt, der eine Wicklungsanzapfung N_{J+1} kontaktiert (nicht dargestellt), in den Lastumschalter 8 führt, ist in einem Abschnitt, der außerhalb des Lastumschalters 8 und des Wählers 11 liegt, ein zweiter Sensor 9 angeordnet. Der zweite Sensor 9 befindet sich demnach innerhalb des Transformatorgehäuses 23. Es wäre jedoch ebenso möglich, den Sensor 9 außerhalb des Transformatorgehäuses 23, beispielsweise am Deckel 24 anzubringen und die zweite Stromleitung 10 hierfür über Durchführungen 22 vom Inneren des Gehäuses 23 nach außen bzw. von außen nach innen zu führen. Der Laststrom wird aus dem Lastumschalter 8 über eine weitere Durchführung 22 von innen nach außen zu einer Lastableitung 12 übertragen.

[0044] In Figur 5 ist eine erste Ausführungsform eines Verfahrens zur Begrenzung eines Kurzschlussstromes schematisch dargestellt. Bei dieser Ausführungsform umfasst die Vorrichtung 1 den ersten Sensor 3, das Unterbrechungselement 5, das strombegrenzende Element 7 und die Steuereinrichtung 6. Das Verfahren weist beispielhaft die aufeinanderfolgenden Schritte 100, 200 und 500 auf.

[0045] In einem Schritt 100 wird mittels dem ersten Sensor ein Strom in einer ersten Stromleitung des Laststufenschalters gemessen. In einem nächsten Schritt 200 wird ein erstes Messsignal, das den gemessenen Strom in der ersten Stromleitung des Laststufenschalters repräsentiert, von dem ersten Sensor an die Steuereinrichtung übermittelt. In einem weiteren nächsten Schritt 500 wird das Unterbrechungselement, das in der ersten Stromleitung des Laststufenschalters angeordnet ist, von der Steuereinrichtung derart betätigt, dass die Stromführung in der ersten Stromleitung des Laststufenschalters unterbrochen, und der Strom auf das strombegrenzende Element kommutiert wird.

[0046] In Figur 6 ist eine zweite Ausführungsform des Verfahrens schematisch dargestellt. Bei dieser Ausführungsform umfasst die Vorrichtung 1 zusätzlich den zweiten Sensor 9. Das Verfahren weist beispielhaft die Schritte 100, 101, 200, 201, 300, 301 und 400 auf, wobei die Schritte 100 und 200 identisch zu den Schritten 100 und 200 aus Figur 5 ausgebildet sind. Das Verfahren aus Figur 6 umfasst zusätzlich den Schritt 101, wonach zusätzlich zum Messen des Stromes in der

ersten Stromleitung in Schritt 100 mittels dem zweiten Sensor ein Strom in einer zweiten Stromleitung des Laststufenschalters gemessen wird. In einem nächsten Schritt 201, der auf Schritt 101 folgt, wird zusätzlich zum Übermitteln des ersten Messsignals in Schritt 200 ein zweites Messsignal, das den gemessenen Strom in der zweiten Stromleitung des Laststufenschalters repräsentiert, von dem zweiten Sensor an die Steuereinrichtung übermittelt. In einem weiteren Schritt 300, der auf Schritt 200 folgt, wird mittels der Steuereinrichtung das erste Messsignal mit einem festgesetzten Grenzwert verglichen. Wenn das erste Messsignal größer oder gleich dem festgesetzten Grenzwert ist (in Fig. 6 durch "Yes" angezeigt), wird in einem Schritt 301 ebenfalls mittels der Steuereinrichtung das zweite Messsignal mit dem festgesetzten Grenzwert verglichen. Wenn auch das zweite Messsignal größer oder gleich dem festgesetzten Grenzwert ist (in Fig. 6 durch "Yes" angezeigt), wird in einem nächsten Schritt 400 das Unterbrechungselement durch die Steuereinrichtung betätigt.

[0047] Für den Fall, dass in Schritt 300 festgestellt wird, dass das erste Messsignal unter dem festgesetzten Grenzwert liegt (in Fig. 6 durch "No" angezeigt), werden die Schritte 100 und 101 erneut ausgeführt. Das Unterbrechungselement wird nicht betätigt.

[0048] Für den Fall, dass in Schritt 301 festgestellt wird, dass das zweite Messsignal unter dem festgesetzten Grenzwert liegt (in Fig. 6 durch "No" angezeigt), werden die Schritte 100 und 101 erneut ausgeführt. Das Unterbrechungselement wird nicht betätigt.

[0049] Alternativ zu der Abfolge, dass auf den Schritt 300 der Schritt 301 folgt kann auch zuerst das zweite Messsignal mit dem Grenzwert verglichen werden und anschließend das erste Messsignal.

BEZUGSZEICHEN

[0050]

1	Vorrichtung
2	Laststufenschalter
3	erster Sensor
4	erste Stromleitung
5	Unterbrechungselement
6	Steuereinrichtung
7	strombegrenzendes Element
8	Lastumschalter
9	zweiter Sensor
10	zweite Stromleitung
11	Wähler
12	Lastableitung
13	Signalverbindung
14	Strompfad
20	Stufentransformator
21	Regelwicklung
22	Durchführung
23	Gehäuse von 20
24	Deckel von 20
25	Stammwicklung
(N ₁ , ..., N _J , ..., N _N)	Wicklungsanzapfungen
M1, M2	Messsignale
100	Verfahrensschritt
101	Verfahrensschritt
200	Verfahrensschritt
201	Verfahrensschritt
300	Verfahrensschritt
301	Verfahrensschritt
400	Verfahrensschritt
500	Verfahrensschritt

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Begrenzung eines Kurzschlussstromes in einem Laststufenschalter (2), insbesondere in einem

Lastumschalter (8) des Laststufenschalters (2), umfassend

- einen ersten Sensor (3) zur Messung eines Stromes in einer ersten Stromleitung (4) des Laststufenschalters (2),
- ein Unterbrechungselement (5),
- eine Steuereinrichtung (6), und
- ein strombegrenzendes Element (7),

wobei

- das Unterbrechungselement (5) in der ersten Stromleitung (4) des Laststufenschalters (2) angeordnet ist,
- das strombegrenzende Element (7) parallel zu dem Unterbrechungselement (5) angeordnet ist,
- der erste Sensor (3) dazu ausgebildet ist, ein erstes Messsignal M1, das den gemessenen Strom in der ersten Stromleitung (4) des Laststufenschalters (2) repräsentiert, an die Steuereinrichtung (6) zu übermitteln,
- das Unterbrechungselement (5) durch die Steuereinrichtung (6) derart betätigbar ist, dass es die Stromführung in der ersten Stromleitung (4) des Laststufenschalters (2) unterbrechen kann, sodass der geführte Strom auf das strombegrenzende Element (7) kommutiert wird,

wobei

- die Vorrichtung (1) einen zweiten Sensor (9) zur Messung des Stromes in einer zweiten Stromleitung (10) aufweist, der dazu ausgebildet ist, ein zweites Messsignal M2, das den gemessenen Strom in der zweiten Stromleitung (10) repräsentiert, an die Steuereinrichtung (6) zu übermitteln,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Steuereinrichtung (6) konfiguriert ist, das Unterbrechungselement (5) zu betätigen, wenn sowohl das erste Messsignal M1 als auch das zweite Messsignal M2 größer oder gleich einem festgesetzten Grenzwert ist.

2. Vorrichtung (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Unterbrechungselement (5) eine Schaltzeit zum Unterbrechen der Stromführung von kürzer als 1 Millisekunde aufweist.

3. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Unterbrechungselement (5) als Halbleiterschaltelement oder als Explosivstoff- oder Sprengladung oder als mechanische Kontaktanordnung mit einem elektrodynamischen Antrieb ausgebildet ist.

4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das strombegrenzende Element (7) auf eine Stromstärke ausgelegt ist, die einem Vielfachen des Nennstromes des Laststufenschalters (2) entspricht.

5. Vorrichtung (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das strombegrenzende Element (7) als Widerstand, oder als Induktivität, insbesondere als Spule ausgebildet ist.

6. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei der festgesetzte Grenzwert ein Maximalwert des Stromes ist, der ein Vielfaches des Nennstroms des Laststufenschalters (2) beträgt.

7. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei der festgesetzte Grenzwert eine maximale Änderung des Stromes innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne ist.

8. Laststufenschalter (2) zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen Wicklungsanzapfungen ($N_1, \dots, N_J, \dots, N_N$) eines Stufentransformators (20), umfassend

- einen Wähler (11) zur leistungslosen Vorwahl auf eine ausgewählte Wicklungsanzapfung (N_J),
- einen Lastumschalter (8) zur eigentlichen Lastumschaltung von der bisherigen Wicklungsanzapfung (N_{J-1}) auf die vorgewählte Wicklungsanzapfung (N_J),
- eine erste Stromleitung (4) und eine zweite Stromleitung (10), die den Wähler (11) und den Lastumschalter (8) elektrisch miteinander verbinden,
- eine Vorrichtung (1), die gemäß Anspruch 1 ausgebildet ist.

9. Verfahren zur Begrenzung eines Kurzschlussstromes in einem Laststufenschalter (2), der gemäß dem vorherigen Anspruch ausgebildet ist, und der eine Vorrichtung (1) umfasst, die gemäß einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 7 ausgebildet ist, umfassend die folgenden Verfahrensschritte:

- 100: Messen eines Stromes in einer ersten Stromleitung (4) des Laststufenschalters (2) mittels eines ersten Sensors (3),
- 200: Übermitteln eines ersten Messsignals M1, das den gemessenen Strom in der ersten Stromleitung (4)

des Laststufenschalters (2) repräsentiert, von dem ersten Sensor (3) an eine Steuereinrichtung (6),
 - 500: Betätigen eines Unterbrechungselementes (5), das in der ersten Stromleitung (4) des Laststufenschalters
 (2) angeordnet ist, derart, dass die Stromführung in der ersten Stromleitung (4) des Laststufenschalters (2)
 unterbrochen und der Strom auf ein strombegrenzendes Element (7) kommutiert wird.

10. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei

- in einem Schritt (101) zusätzlich zum Messen des Stromes in der ersten Stromleitung (4) ein Strom in einer zweiten Stromleitung (10) des Laststufenschalters (2) mittels eines zweiten Sensors (9) gemessen wird,
- in einem Schritt (201) zusätzlich zum Übermitteln des ersten Messsignals M1 ein zweites Messsignal M2, das den gemessenen Strom in der zweiten Stromleitung (10) des Laststufenschalters (2) repräsentiert, von dem zweiten Sensor (9) an die Steuereinrichtung (6) übermittelt wird,
- in einem Schritt (300) das erste Messsignal M1 mit einem festgesetzten Grenzwert verglichen wird mittels der Steuereinrichtung (6),
- in einem Schritt (301) das zweite Messsignal M2 mit einem festgesetzten Grenzwert verglichen wird mittels der Steuereinrichtung (6),
- in einem Schritt (400) das Unterbrechungselement (5) betätigt wird, wenn sowohl das erste Messsignal M1 als auch das zweite Messsignal M2 größer oder gleich dem festgesetzten Grenzwert ist.

Claims

1. Apparatus (1) for limiting a short-circuit current in an on-load tap-changer (2), in particular in a diverter switch (8) of the on-load tap-changer (2), comprising

- a first sensor (3) for measuring a current in a first current line (4) of the on-load tap-changer (2),
 - an interruption element (5),
 - a control device (6), and
 - a current-limiting element (7),
- wherein
- the interruption element (5) is arranged in the first current line (4) of the on-load tap-changer (2),
 - the current-limiting element (7) is arranged in parallel with the interruption element (5),
 - the first sensor (3) is designed to communicate a first measurement signal M1, representing the measured current in the first current line (4) of the on-load tap-changer (2), to the control device (6),
 - the interruption element (5) is actuatable by the control device (6) in such a way that it can interrupt the carrying of current in the first current line (4) of the on-load tap-changer (2), such that the carried current is commutated to the current-limiting element (7),
- wherein
- the apparatus (1) has a second sensor (9) for measuring the current in a second current line (10), said second sensor being designed to communicate a second measurement signal M2, representing the measured current in the second current line (10), to the control device (6),
- characterized in that**
- the control device (6) is configured to actuate the interruption element (5) if both the first measurement signal M1 and the second measurement signal M2 are greater than or equal to a fixed limit value.

2. Apparatus (1) according to the preceding claim, wherein the interruption element (5) has a switching time for interrupting the carrying of current of shorter than 1 millisecond.

3. Apparatus (1) according to either of the preceding claims, wherein the interruption element (5) is designed as a semiconductor switching element or as an explosive material charge, or explosive charge, or as a mechanical contact arrangement with an electrodynamic drive.

4. Apparatus (1) according to Claim 1, wherein the current-limiting element (7) is designed for a current intensity corresponding to a multiple of the rated current of the on-load tap-changer (2).

5. Apparatus (1) according to the preceding claim, wherein the current-limiting element (7) is designed as a resistor, or as an inductor, in particular as a coil.

6. Apparatus (1) according to Claim 1, wherein the fixed limit value is a maximum value of the current which amounts to a multiple of the rated current of the on-load tap-changer (2).

7. Apparatus (1) according to Claim 1, wherein the fixed limit value is a maximum change in the current within a predefined time period.

8. On-load tap-changer (2) for uninterruptibly switching between winding taps ($N_1, \dots, N_J, \dots, N_N$) of a tap-changing transformer (20), comprising

- a selector (11) for preselecting, in a powerless manner, a selected winding tap (N_J),
- a diverter switch (8) for actual load switching from the previous winding tap (N_{J-1}) to the preselected winding tap (N_J),
- a first current line (4) and a second current line (10), which electrically connect the selector (11) and the diverter switch (8) to one another,
- an apparatus (1) designed according to Claim 1.

9. Method for limiting a short-circuit current in an on-load tap-changer (2), which is designed according to the preceding claim, and which comprises an apparatus (1) designed according to any of the preceding Claims 1 to 7, comprising the following method steps:

- 100: measuring a current in a first current line (4) of the on-load tap-changer (2) by means of a first sensor (3),
- 200: communicating a first measurement signal M1, representing the measured current in the first current line (4) of the on-load tap-changer (2), from the first sensor (3) to a control device (6),
- 500: actuating an interruption element (5), arranged in the first current line (4) of the on-load tap-changer (2), in such a way that the carrying of current in the first current line (4) of the on-load tap-changer (2) is interrupted and the current is commutated to a current-limiting element (7).

10. Method according to the preceding claim, wherein

- in a step (101) in addition to measuring the current in the first current line (4), a current in a second current line (10) of the on-load tap-changer (2) is measured by means of a second sensor (9),
- in a step (201) in addition to communicating the first measurement signal M1, a second measurement signal M2, representing the measured current in the second current line (10) of the on-load tap-changer (2), is communicated from the second sensor (9) to the control device (6),
- in a step (300), the first measurement signal M1 is compared with a fixed limit value by means of the control device (6),
- in a step (301), the second measurement signal M2 is compared with a fixed limit value by means of the control device (6),
- in a step (400), the interruption element (5) is actuated if both the first measurement signal M1 and the second measurement signal M2 are greater than or equal to the fixed limit value.

Revendications

1. Dispositif (1) pour limiter un courant de court-circuit dans un changeur de prises en charge (2), en particulier dans un commutateur de charge (8) du changeur de prises en charge (2), comprenant

- un premier capteur (3) pour mesurer un courant dans une première ligne de courant (4) du changeur de prises en charge (2),
- un élément d'interruption (5),
- un appareil de commande (6), et
- un élément de limitation de courant (7), dans lequel
- l'élément d'interruption (5) est disposé dans la première ligne de courant (4) du changeur de prises en charge (2),
- l'élément de limitation de courant (7) est disposé en parallèle avec l'élément d'interruption (5),
- le premier capteur (3) est conçu pour transmettre à l'appareil de commande (6) un premier signal de mesure M1 qui représente le courant mesuré dans la première ligne de courant (4) du changeur de prises en charge (2),
- l'élément d'interruption (5) peut être actionné par l'appareil de commande (6) de sorte qu'il peut interrompre

le passage du courant dans la première ligne de courant (4) du changeur de prises en charge (2), afin que le courant amené à passer soit commuté vers l'élément de limitation du courant (7), dans lequel

- le dispositif (1) comporte un deuxième capteur (9) pour mesurer le courant dans une deuxième ligne de courant (10), qui est conçu pour transmettre à l'appareil de commande (6) un deuxième signal de mesure M2 représentant le courant mesuré dans la deuxième ligne de courant (10), **caractérisé en ce que**

- l'appareil de commande (6) est configuré pour actionner l'élément d'interruption (5) lorsqu'à la fois le premier signal de mesure M1 et le deuxième signal de mesure M2 sont supérieurs ou égaux à une valeur limite fixée.

2. Dispositif (1) selon la revendication précédente, dans lequel l'élément d'interruption (5) présente un temps de commutation pour interrompre le passage du courant inférieur à 1 milliseconde.

3. Dispositif (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'élément d'interruption (5) est conçu sous la forme d'un élément de commutation à semiconducteur ou d'une charge explosive ou détonante ou d'un agencement de contact mécanique doté d'un entraînement électrodynamique.

4. Dispositif (1) selon la revendication 1, dans lequel l'élément de limitation de courant (7) est conçu pour une intensité de courant qui correspond à un multiple du courant nominal du changeur de prises en charge (2).

5. Dispositif (1) selon la revendication précédente, dans lequel l'élément de limitation de courant (7) est conçu sous la forme d'une résistance, ou d'une inductance, en particulier d'une bobine.

6. Dispositif (1) selon la revendication 1, dans lequel la valeur limite fixée est une valeur maximale du courant, qui est un multiple du courant nominal du changeur de prises en charge (2).

7. Dispositif (1) selon la revendication 1, dans lequel la valeur limite fixée est une variation maximale du courant au cours d'une période de temps prédéterminée.

8. Changeur de prises en charge (2) pour la commutation sans interruption entre des prises d'enroulement ($N_1, \dots, N_J, \dots, N_N$) d'un transformateur à prises (20), comprenant

- un sélecteur (11) pour la présélection sans puissance d'une prise d'enroulement (N_J) sélectionnée,

- un commutateur de charge (8) pour la commutation de charge proprement dite de la prise d'enroulement (N_{J-1}) actuelle vers la prise d'enroulement (N_J) présélectionnée,

- une première ligne de courant (4) et une deuxième ligne de courant (10) qui relie électriquement le sélecteur (11) et le commutateur de charge (8),

- un dispositif (1) conçu selon la revendication 1.

9. Procédé pour limiter un courant de court-circuit dans un changeur de prises en charge (2),

qui est conçu selon la revendication précédente, et

qui comprend un dispositif (1) configuré selon l'une des revendications 1 à 7 précédentes, comprenant les étapes de procédé suivantes :

- 100 : mesurer un courant dans une première ligne de courant (4) du changeur de prises en charge (2) au moyen d'un premier capteur (3),

- 200 : transmettre un premier signal de mesure M1 qui représente le courant mesuré dans la première ligne de courant (4) du changeur de prises en charge (2), du premier capteur (3) à un appareil de commande (6),

- 500 : actionner un élément d'interruption (5) qui est disposé dans la première ligne de courant (4) du changeur de prises en charge (2), de sorte que le passage du courant dans la première ligne de courant (4) du changeur de prises en charge (2) est interrompu et que le courant est commuté vers un élément de limitation de courant (7).

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel

- lors d'une étape (101), en plus de la mesure du courant dans la première ligne de courant (4), un courant est mesuré dans une deuxième ligne de courant (10) du changeur de prises en charge (2) au moyen d'un deuxième

EP 4 111 480 B1

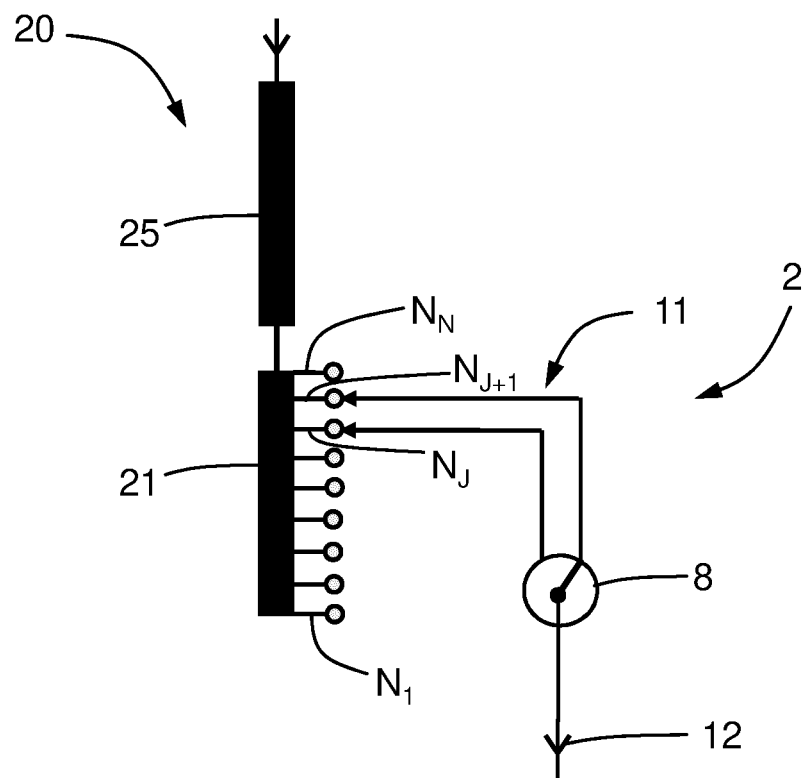
capteur (9),

- lors d'une étape (201), en plus de la transmission du premier signal de mesure M1, un deuxième signal de mesure M2 représentant le courant mesuré dans la deuxième ligne de courant (10) du changeur de prises en charge (2), est transmis par le deuxième capteur (9) à l'appareil de commande (6),

- lors d'une étape (300), le premier signal de mesure M1 est comparé au moyen du dispositif de commande (6) à une valeur limite fixée,

- lors d'une étape (301), le deuxième signal de mesure M2 est comparé au moyen de l'appareil de commande (6) à une valeur limite fixée,

- lors d'une étape (400), l'élément d'interruption (5) est actionné lorsqu'à la fois le premier signal de mesure M1 et le deuxième signal de mesure M2 sont supérieurs ou égaux à la valeur limite fixée.



Stand der Technik

Fig. 1

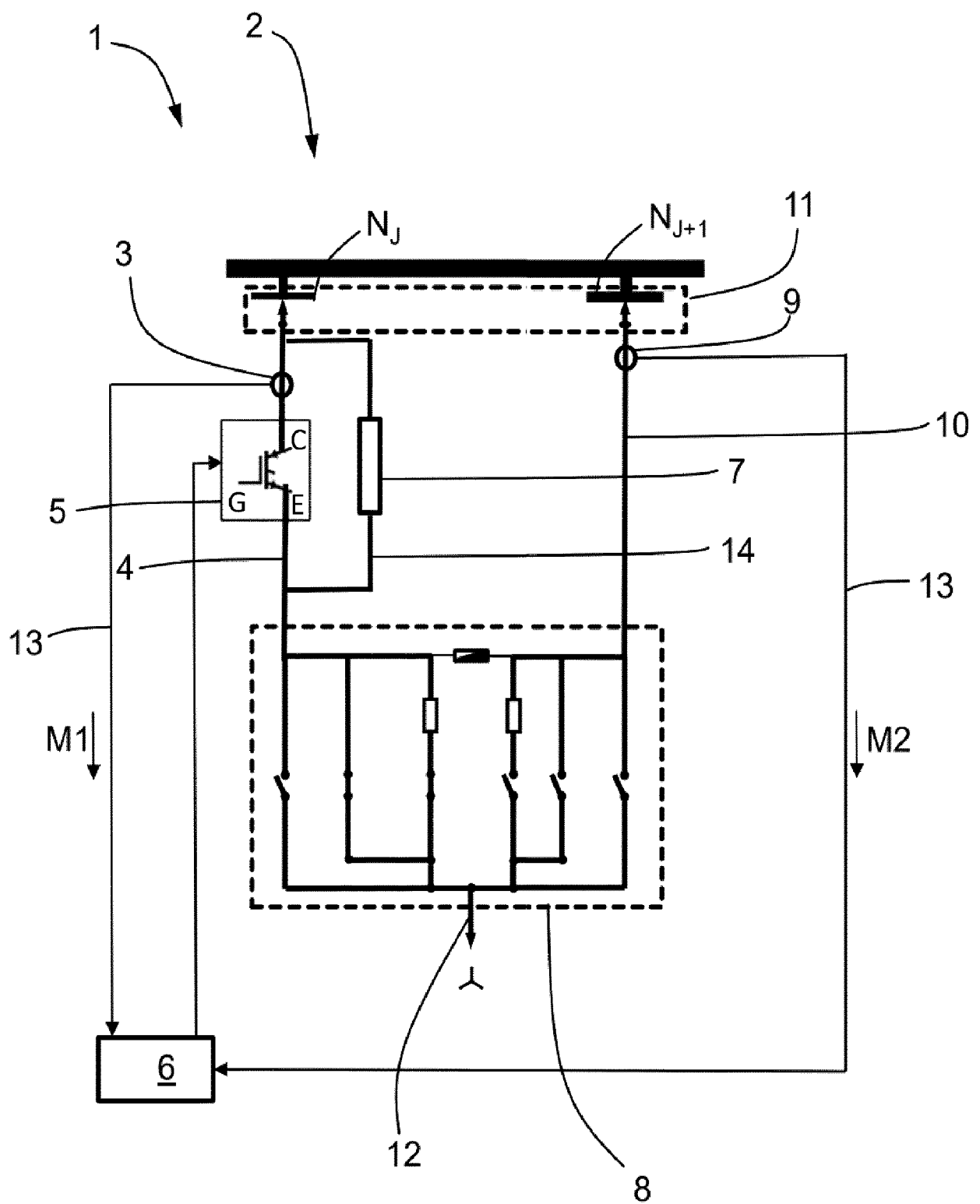


Fig. 2

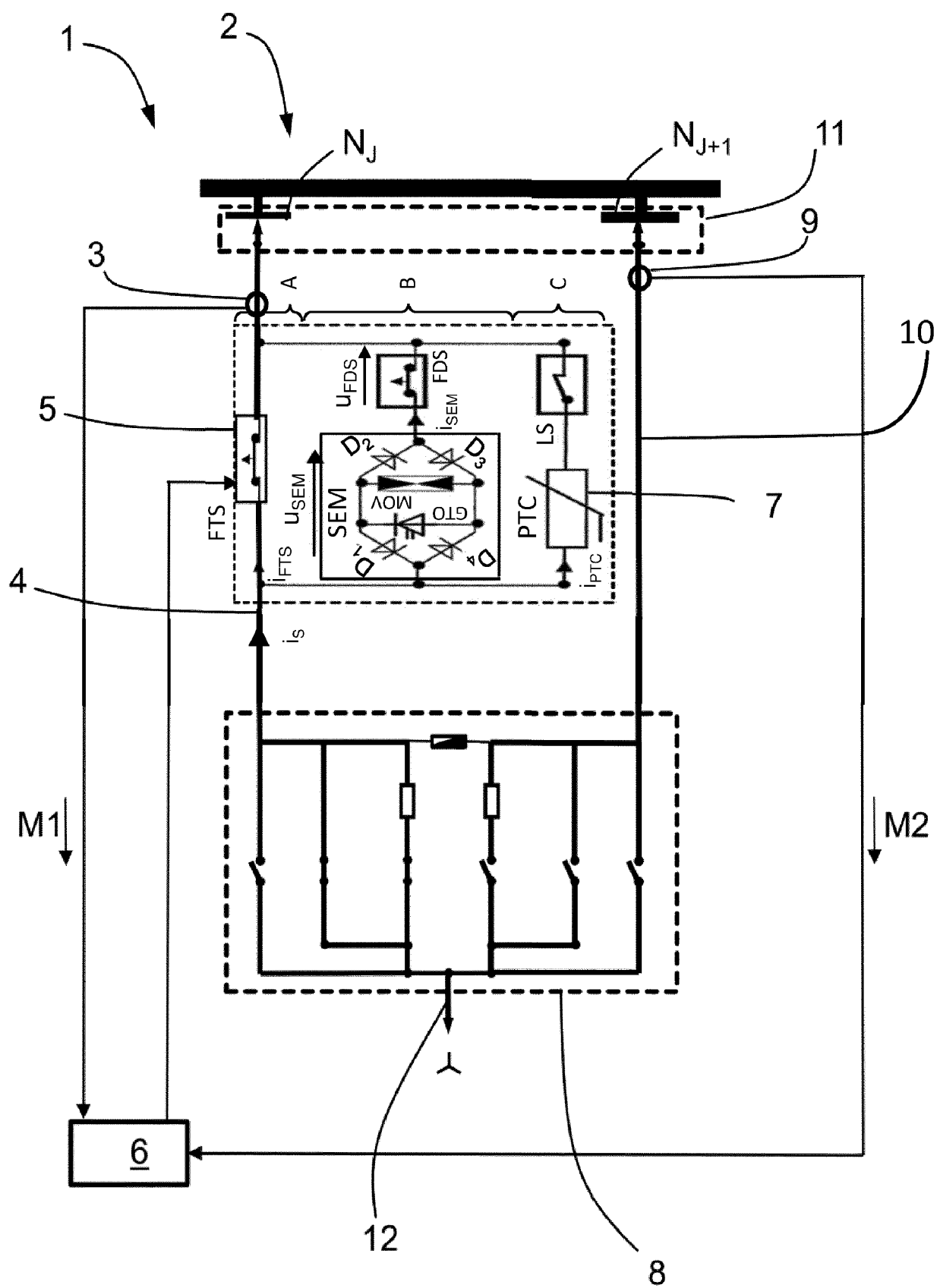


Fig. 3

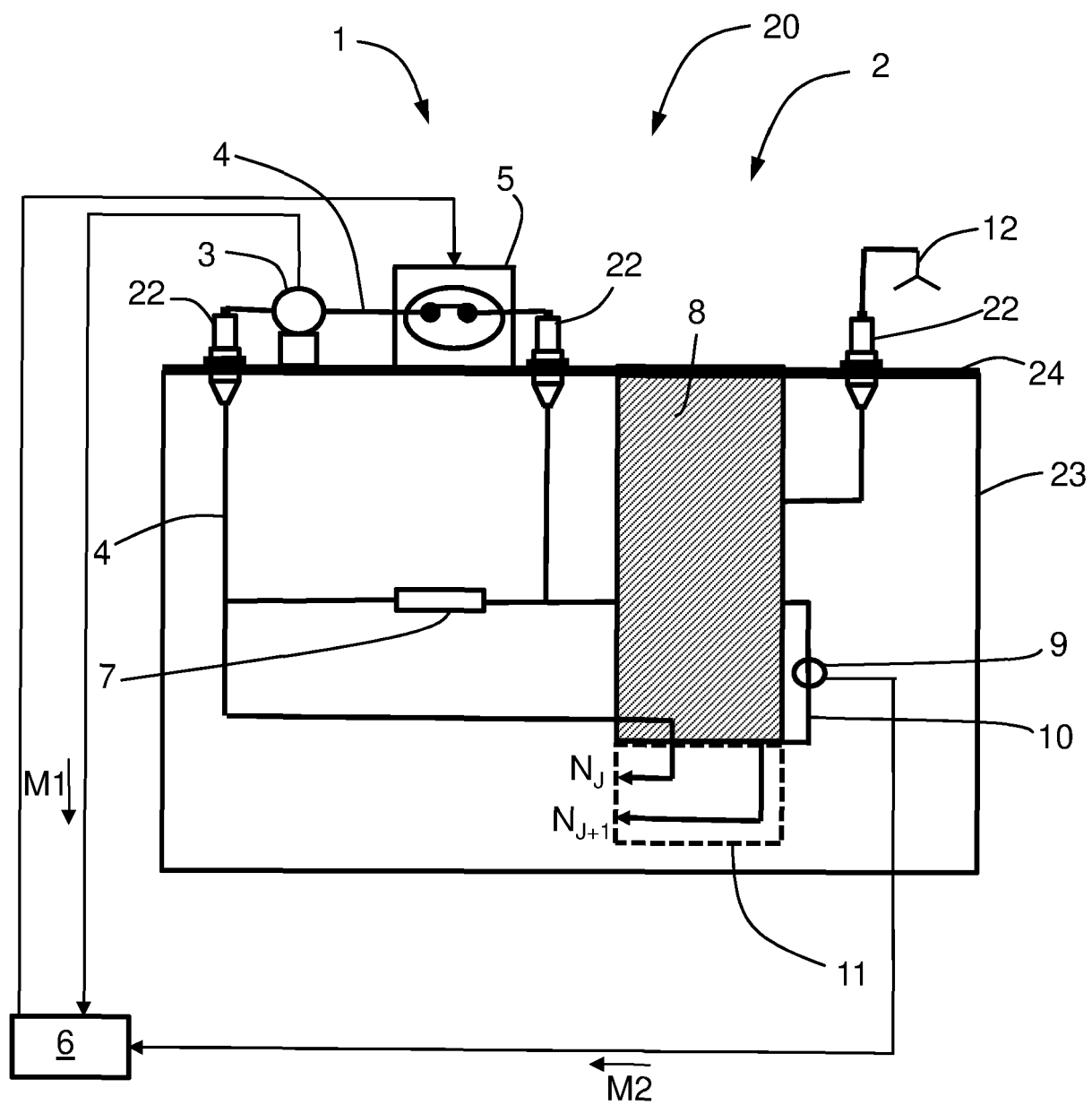


Fig. 4

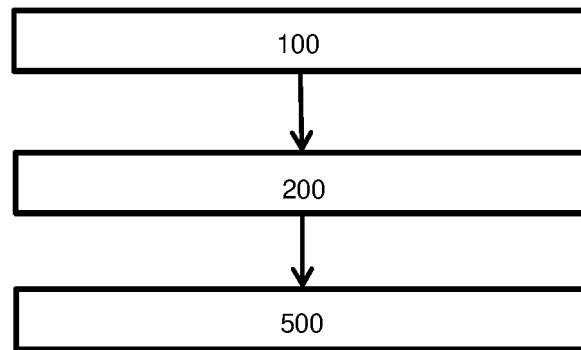


Fig. 5

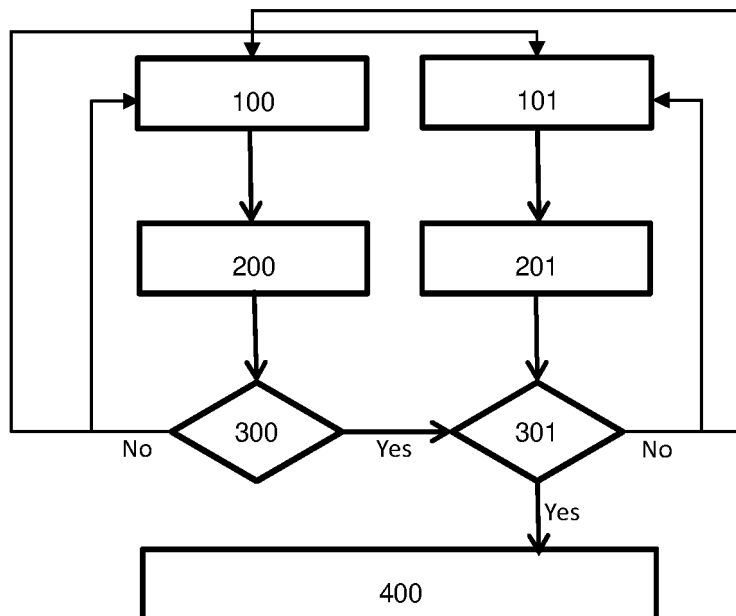


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 3786337 A [0005]
- CH 404804 A [0006]
- WO 2016169826 A1 [0007]
- DE 69630608 T2 [0008]
- US 4184186 A [0009]
- DE 102016120070 A1 [0010]
- EP 0052521 A1 [0023]
- DE 19953551 C1 [0023] [0042]