(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2021 119 006 A1** 2023.01.26

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2021 119 006.1**
(22) Anmeldetag: **22.07.2021**
(43) Offenlegungstag: **26.01.2023**

(51) Int Cl.: ***H02P 13/06*** (2006.01)
H01F 29/04 (2006.01)

(71) Anmelder:
Maschinenfabrik Reinhausen GmbH, 93059 Regensburg, DE

(72) Erfinder:
Rehkopf, Sebastian, 93059 Regensburg, DE; Heger, Michael, 94315 Straubing, DE; Kagerer, Roman, 93059 Regensburg, DE; Panzer, Günter, 93049 Regensburg, DE; Klein, Markus, 93049 Regensburg, DE; Daiser, Sebastian, 93128 Regenstauf, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

CN 1 03 076 439 B

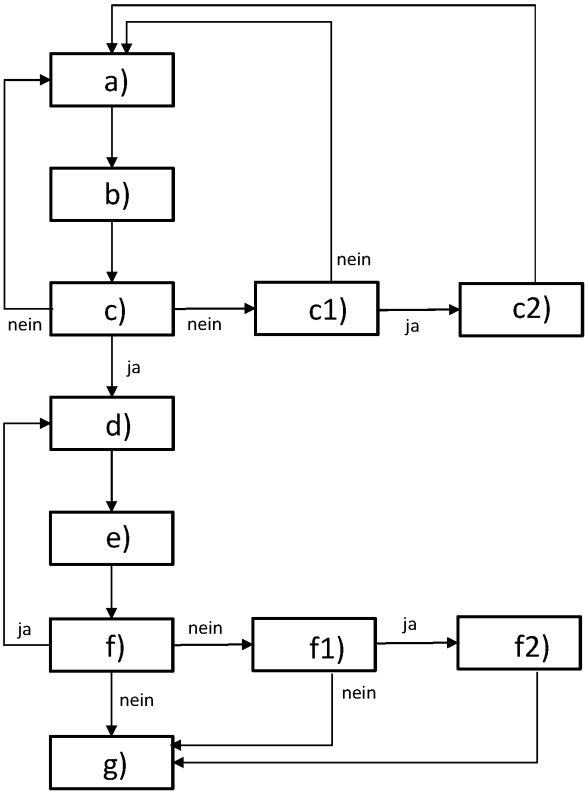
HAO et al., A decision support system for integrating corrective maintenance, preventive maintenance, and condition-based maintenance, Construction Research Congress 2010, Banff, Alberta, May 8-10, 2010, pp. 1-10

Wikipedia Artikel Predictive maintenance, archivierte Version vom 12.05.2021

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND SYSTEM ZUM BETRIEB EINES LASTSTUFENSCHALTERS UND LASTSTUFENSCHALTER UMFASSEND EIN SOLCHES SYSTEM**



(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betrieb eines Laststufenschalters (2) für Stufentransformatoren (1), wobei der Laststufenschalter (2) eine Steuereinheit (3) zur Betätigung des Laststufenschalters (2) und eine Speichereinheit (4) aufweist, und das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Durchführen einer Schalthandlung des Laststufenschalters (2) mittels der Steuereinheit (3), Aktualisieren wenigstens eines auf der Speichereinheit (4) gespeicherten Datensatzes in Abhängigkeit von der durchgeführten Schalthandlung, Überprüfen anhand des aktualisierten Datensatzes, ob eine Verriegelungsbedingung erfüllt ist, mittels der Steuereinheit (3), Blockieren weiterer Schalthandlungen, wenn die Verriegelungsbedingung erfüllt ist, mittels der Steuereinheit (3).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Betrieb eines Laststufenschalters sowie einen Laststufenschalter umfassend das System.

[0002] Laststufenschalter werden zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen Wicklungsanzapfungen eines Transformators eingesetzt und stellen demnach ein wesentliches Betriebsmittel für Transformatoren dar, auf deren Zuverlässigkeit besonderes Augenmerk liegt. Um einen störungsfreien und sicheren Betrieb des Laststufenschalters zu gewährleisten, sind regelmäßige Inspektionen und ggf. Wartungen und Servicearbeiten am Laststufenschalter zu verrichten, die mit gewissem Planungs- und Steuerungsaufwand, insbesondere auf Seiten des Transformatorbetreibers, verbunden sind.

[0003] Ein wesentlicher Parameter für die Lebensdauer eines Laststufenschalters stellt beispielsweise die Anzahl der durchgeführten Schalthandlungen im Hinblick auf die mechanische Abnutzung der bei der Schaltung beanspruchten Bauteile des Laststufenschalters dar. Wird ein Laststufenschalter trotz fälliger Inspektion oder gegebenenfalls fälliger Wartungs- oder Servicearbeiten weiter betrieben, erhöht sich das Risiko für Schäden am Laststufenschalter oder gar einen kompletten Ausfall.

[0004] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein verbessertes Konzept zum Betrieb eines Laststufenschalters anzugeben, das eine effiziente und vereinfachte Überwachung des Laststufenschalters hinsichtlich fälliger Inspektionen und Wartungs- oder Servicearbeiten ermöglicht und damit einen sicheren und störungsfreien Betrieb des Transformators samt Laststufenschalter sicherstellt.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein System und ein Verfahren gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Weitere Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Gemäß einem ersten Aspekt des verbesserten Konzeptes wird ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 angegeben. Vorgesehen ist also ein Verfahren zum Betrieb eines Laststufenschalters für Transformatoren, wobei der Laststufenschalter eine Steuereinheit zur Betätigung des Laststufenschalters und eine Speichereinheit aufweist. Darüber hinaus weist das Verfahren die folgenden Schritte auf: Im ersten Schritt wird mittels der Steuereinheit eine Schalthandlung des Laststufenschalters durchgeführt. Hierfür weist der Laststufenschalter bevorzugt einen Motorantrieb auf, der von der Steuereinheit betätigt wird. Im nächsten Schritt wird wenigstens ein auf der Speichereinheit gespeicherter Datensatz in Abhängigkeit von der durchgeführten Schalthandlung aktualisiert. Im wiederum nächsten Schritt erfolgt durch die Steuereinheit eine Überprüfung anhand des aktualisierten Datensatzes, ob eine Verriegelungsbedingung erfüllt ist. Im nächsten Schritt werden von der Steuereinheit weitere Schalthandlungen blockiert, wenn die Verriegelungsbedingung erfüllt ist.

[0007] Durch die Blockierung weiterer Schalthandlungen, wenn die Verriegelungsbedingung erfüllt ist, wird eine fortlaufende Betätigung des Laststufenschalters automatisch verhindert. Eine Anwesenheit von ausgebildetem Servicepersonal vor Ort zur Überprüfung, ob eine Verriegelungsbedingung erfüllt ist, ist somit nicht erforderlich.

[0008] Ein auf der Speichereinheit gespeicherter Datensatz ist ein Datensatz, der sich mit der Anzahl der durchgeführten Schalthandlungen verändert, wie zum Beispiel die Schaltzahl, also die Anzahl an durchgeführten Schalthandlungen, und/oder die Höhe der kumulierten Ladungsmenge bzw. die Menge der übertragenen Energie.

[0009] Eine Verriegelungsbedingung ist z.B. dann erfüllt, wenn eine festgelegte Schaltzahl, also eine festgelegte Anzahl an durchgeführten Schalthandlungen insgesamt, und/oder eine festgelegte Anzahl an durchgeführten Schalthandlungen in einem festgelegten Zeitraum, und/oder eine festgelegte Höhe an kumulierter Ladungsmenge bzw. eine festgelegte Menge an übertragener Energie erreicht und/oder überschritten ist.

[0010] Ebenso ist es möglich, dass der Zeitraum, innerhalb dem der Laststufenschalter seit der Installation betrieben wurde, und/oder der seit der letzten vorgenommenen Inspektion und/oder seit den letzten vorgenommenen Wartungs- oder Servicearbeiten vergangene Zeitraum als gespeicherter Datensatz zum Abgleich mit der Verriegelungsbedingung herangezogen wird. Demnach ist die Verriegelungsbedingung erfüllt, wenn ein festgelegter Betriebszeitraum seit der Inbetriebnahme und/oder seit der letzten Inspektion, Wartung oder Reparatur des Laststufenschalters erreicht und/oder überschritten ist.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens, weist das Verfahren die folgenden weiteren Schritte auf: In einem weiteren Schritt wird die Verriegelungsbedingung mittels der Steuereinheit aktualisiert. In einem darauffolgenden Schritt wird von der Steuereinheit anhand des aktualisierten Datensatzes überprüft, ob die aktualisierte Verriegelungsbedingung erfüllt ist. Wenn die aktualisierte Verriegelungsbedingung nicht erfüllt ist, wird wenigstens eine weitere Schalthandlung von der Steuereinheit durchgeführt. Insbesondere werden mehrere, wei-

tere Schalthandlungen von der Steuereinheit gewährt, solange die aktualisierte Verriegelungsbedingung nicht erfüllt ist. Wenn die Überprüfung des aktualisierten Datensatzes ergibt, dass die aktualisierte Verriegelungsbedingung erfüllt ist, werden weitere Schalthandlungen von der Steuereinheit blockiert.

[0012] Durch die Aktualisierung der Verriegelungsbedingung wird die Bedingung für das Blockieren weiterer Schalthandlungen verändert. Wird die Schaltzahl als betrachteter Datensatz herangezogen, so wird der Wert für die Anzahl an durchgeführten Schalthandlungen, bei welcher eine Blockierung weiterer Schalthandlungen erfolgen soll, geändert, insbesondere höher gesetzt. Wird die Höhe der kumulierten Ladungsmenge bzw. die Menge der übertragenen Energie als Datensatz mit der Verriegelungsbedingung abgeglichen, so wird bei der Aktualisierung der Verriegelungsbedingung der Wert für die maximal zulässige kumulierte Ladungsmenge, die geschaltet werden darf, bzw. die maximal zulässige Energiemenge, die übertragen werden darf, angepasst und insbesondere höher bzw. größer gesetzt, bevor es zur Blockierung weiterer Schalthandlungen kommt.

[0013] Bei der Betrachtung des seit der Inbetriebnahme oder der letzten Wartung vergangenen Zeitraumes als Datensatz, wird bei der Aktualisierung der Verriegelungsbedingung die Zeiterfassung neu gestartet oder der festgelegte Betriebszeitraum, innerhalb dem weiterer Schalthandlungen gewährt werden, geändert, insbesondere erweitert.

[0014] Die Verriegelungsbedingung kann wenigstens einmal aktualisiert werden. Mehrmalige Aktualisierungen der Verriegelungsbedingung sind genauso möglich, bis eine maximale Verriegelungsbedingung erreicht ist. Das bedeutet, dass eine aktualisierte Verriegelungsbedingung auch eine maximale Verriegelungsbedingung darstellen kann.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Aktualisieren der Verriegelungsbedingung folgende Schritte: In einem ersten Schritt wird eine Entriegelungsbedingung an die Steuereinheit übermittelt. In einem nächsten Schritt wird mittels der Steuereinheit geprüft, ob die Entriegelungsbedingung gültig ist. Wenn die Entriegelungsbedingung gültig ist, erfolgt im nächsten Schritt das Aktualisieren der Verriegelungsbedingung.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Prüfen, ob die Entriegelungsbedingung gültig ist, folgende Schritte: Mittels der Steuereinheit wird mindestens ein erster Freischaltcode mit mindestens einem vorab auf der Speichereinheit hinterlegten zweiten Code verglichen. Dabei ist die Entriegelungsbedingung erfüllt, wenn der erste Freischaltcode durch den zweiten Code verifiziert wird.

[0017] Das Verifizieren des ersten Freischaltcodes durch den zweiten Code bedeutet konkret, dass der erste Freischaltcode und der zweite Code übereinstimmen und/oder der erste Freischaltcode den zweiten Code ergänzt und/oder der zweite Code den ersten Freischaltcode ergänzt.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform wird der zweite Code mit einem Algorithmus generiert, der anhand von Merkmalen der Steuerung, wie beispielsweise der Seriennummer oder dem Produktionsdatum, ausgeführt wird.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausführungsform werden der Freischaltcode und der zweite Code basierend auf Blockchain-Technologie erzeugt.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Steuereinheit eine Eingabeeinheit auf, die dazu ausgebildet ist, externe Speichermedien auszulesen und/oder manuelle Eingaben zu erfassen. Für die Eingabe von Daten in die Steuereinheit kann die Eingabeeinheit beliebig ausgebildet sein. Die Eingabeeinheit kann beispielsweise als lokale Bedieneinheit an der Steuereinheit ausgebildet sein und ein an der Steuereinheit angeordnetes Drehrad, Tasten, einen Anschluss für externe Speichermedien, beispielsweise einen Anschluss für einen USB-Stick oder eine SD-Karte, oder einen Touchscreen oder Kombinationen davon aufweisen. Ebenso kann die Eingabeeinheit als mobiles Endgerät, beispielsweise ein Tablet oder Smartphone, ausgebildet sein und kabellos mit der Steuereinheit verbindbar sein.

[0021] Der Freischaltcode wird über eine manuelle Eingabe oder ein Datenfile mittels der Eingabeeinheit an die Steuereinheit übermittelt. Das Datenfile kann beispielsweise von einem an der Eingabeeinheit angeschlossenem USB-Stick auf die Steuereinheit übermittelt werden.

[0022] Die Steuereinheit und die Eingabeeinheit können jeweils als separate Einheiten oder als eine gemeinsame bauliche Einheit ausgebildet sein.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Steuereinheit eine Kommunikationseinheit auf, die dazu ausgebildet ist, Daten an ein übergeordnetes Steuerungs- und/oder Überwachungssystem zu übermitteln und Daten von dem übergeordneten Steuerungs- und/oder Überwachungssystem zu empfangen.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform wird der Freischaltcode mittels der Kommunikationseinheit von

dem übergeordneten Steuerungs- und/oder Überwachungssystem an die Steuereinheit übermittelt.

[0025] Die Datenübertragung zwischen der Kommunikationseinheit und dem übergeordneten Steuerungs- und/oder Überwachungssystem erfolgt kabellos und kann auf eine beliebige Art und Weise realisiert sein. Beispielsweise erfolgt die Datenübertragung über Bluetooth, WLAN, LAN, WAN oder Funk.

[0026] Die Kommunikationseinheit ist mit dem übergeordneten Steuerungs- und/oder Überwachungssystem permanent und/oder in festgelegten Zeitabständen und/oder manuell auslösbar über die Eingabeeinheit verbindbar.

[0027] Ein übergeordnetes Steuerungs- und/oder Überwachungssystem ist beispielsweise die Leitstelle.

[0028] Ein übergeordnetes Steuerungs- und/oder Überwachungssystem ist beispielsweise ein webbasiertes und/oder cloudbasiertes Portal, das zum Empfangen, Senden und Auswerten von Daten ausgebildet ist.

[0029] Die Steuereinheit und die Kommunikationseinheit können jeweils als separate Einheiten oder als eine gemeinsame bauliche Einheit ausgebildet sein.

[0030] Gemäß einer Ausführungsform weist die Steuereinheit eine Ausgabeeinheit auf, die dazu ausgebildet ist, eine Statusmeldung des Laststufenschalters auszugeben, die den Zustand des Laststufenschalters und der Steuereinheit repräsentiert.

[0031] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den folgenden, weiteren Schritt: Ausgabe einer Statusmeldung, die den Zustand des Laststufenschalters und der Steuereinheit repräsentiert, mittels der Ausgabeeinheit.

[0032] Für die Ausgabe der Statusmeldung weist die Ausgabeeinheit beispielsweise entsprechende, den Status signalisierende LED-Leuchtmittel und/oder einen Bildschirm auf.

[0033] Beispielsweise können folgende Zustände des Laststufenschalters und der Steuerung eintreten: Betriebsbereit, Verriegelungsbedingung nicht erfüllt, ausreichend Abstand bis Eintreten der Verriegelungsbedingung, Betriebsbereit (Warnung), Verriegelungsbedingung nicht erfüllt, kein ausreichender Abstand bis zum Eintreten der Verriegelungsbedingung, Blockiert, Verriegelungsbedingung erfüllt, keine Schaltungen mehr möglich, etc..

[0034] Die Steuereinheit und die Ausgabeeinheit können jeweils als separate Einheiten oder als eine gemeinsame bauliche Einheit ausgebildet sein.

[0035] Gemäß einer Ausführungsform sind die Eingabeeinheit und die Ausgabeeinheit als separate Einheiten oder als eine gemeinsame Einheit ausgebildet.

[0036] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren die folgenden, weiteren Schritte: Wenn die Verriegelungsbedingung und/oder die aktualisierte Verriegelungsbedingung nicht erfüllt ist, wird anhand des aktualisierten Datensatzes mittels der Steuereinheit überprüft, ob eine Warnbedingung erfüllt ist. Wenn die Warnbedingung erfüllt ist, wird mittels der Ausgabeeinheit eine Warnmeldung ausgegeben, und/oder eine Warnmeldung an das übergeordnet Steuerungs- und/oder Überwachungssystem mittels der Kommunikationseinheit übermittelt.

[0037] Für die Ausgabe der Warnmeldung weist die Ausgabeeinheit beispielsweise entsprechende, den Status signalisierende LED-Leuchtmittel und/oder einen Bildschirm auf.

[0038] Eine Warnbedingung kann erfüllt sein, wenn eine festgelegte Schaltzahl, also eine festgelegte Anzahl an durchgeführten Schalthandlungen insgesamt, und/oder eine festgelegte Anzahl an durchgeführten Schalthandlungen in einem festgelegten Zeitraum, und/oder eine festgelegte Höhe an kumulierter Ladungsmenge bzw. eine festgelegte Menge an übertragener Energie erreicht und/oder überschritten ist.

[0039] Eine Warnbedingung kann ebenfalls erfüllt sein, wenn ein festgelegter Betriebszeitraum seit der Inbetriebnahme und/oder seit der letzten Wartung oder Reparatur des Laststufenschalters vergangen und/oder überschritten ist.

[0040] Eine Warnbedingung kann mit einer Verriegelungsbedingung und/oder einer aktualisierten Verriegelungsbedingung übereinstimmen.

[0041] Eine Warnbedingung kann von einer Verriegelungsbedingung und/oder einer aktualisierten Verriegelungsbedingung abweichen.

[0042] Beispielsweise kann der Wert für die festgelegte Schaltzahl, also die festgelegte Anzahl an durchgeführten Schalthandlungen insgesamt, und/oder die festgelegte Anzahl an durchgeführten Schalthandlungen in einem festgelegten Zeitraum, und/oder die festgelegte Höhe an kumulierter Ladungsmenge bzw. die festgelegte Menge an übertragener Energie, bei welchem die Warnbedingung erfüllt ist, niedriger bzw. kleiner im Vergleich zu

einer Verriegelungsbedingung und/oder einer aktualisierten Verriegelungsbedingung festgelegt sein.

[0043] Beispielsweise kann der festgelegte Betriebszeitraum seit der Inbetriebnahme und/oder seit der letzten Inspektion, Wartung oder Reparatur des Laststufenschalters für die Erfüllung einer Warnbedingung kürzer im Vergleich zu einer Verriegelungsbedingung und/oder einer aktualisierten Verriegelungsbedingung angesetzt sein.

[0044] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Verfahren die folgenden weiteren Schritte:

> Mittels geeigneter Sensoren und der Steuereinheit werden Zustandsdaten erfasst, die den Zustand des Laststufenschalters und/oder der Steuereinheit und/oder des Transformators repräsentieren. Diese Zustandsdaten werden in einem nächsten Schritt auf der Speichereinheit gespeichert und optional mittels der Steuereinheit ausgewertet.

[0045] Für die Auswertung kann die Steuereinheit entsprechende Bewertungslogiken und/oder Bewertungsalgorithmen aufweisen, die auf der Speichereinheit hinterlegt sind.

[0046] Ebenfalls können die Zustandsdaten exportiert und/oder mittels der Kommunikationseinheit an das übergeordnete Steuerungs- und/oder Überwachungssystem übermittelt und dort mittels entsprechender Bewertungslogiken und/oder Bewertungsalgorithmen ausgewertet werden und/oder mittels der Ausgabeeinheit ausgegeben werden.

[0047] Die Ausgabe der Zustandsarten mittels der Ausgabeeinheit dient vor allem dem Abruf von Zustandsdaten des Laststufenschalters und/oder der Steuereinheit vor Ort. Die Ausgabeeinheit weist hierfür geeignete Mittel zur Visualisierung der Zustandsdaten auf, beispielsweise einen Bildschirm.

[0048] Gemäß einer weiteren Ausführungsform erfolgt das Aktualisieren der Verriegelungsbedingung in Abhängigkeit von dem Exportieren und/oder dem Übermitteln der Zustandsdaten. Insbesondere kann das Exportieren und/oder Übermitteln der Zustandsdaten eine Entriegelungsbedingung sein.

[0049] Folgende Daten werden beispielsweise als Zustandsdaten erfasst und gesichert: Schaltzahl, Systemspannung, Laststrom, Betriebszeit, Drehmoment, Drehmomentverlauf, Stufenstellung, Schaltzeitpunkt, Anzahl der angefahrenen Positionen bzw. Wicklungsanzapfungen und Verweildauer, Motortemperatur, Innentemperatur des Laststufenschalters bzw. des Schaltschranks.

[0050] Für die Erfassung der Zustandsdaten können beliebige Sensoren, die für den jeweiligen Verwendungszweck entsprechend geeignet sind, zum Einsatz kommen. Beispielsweise sind folgende Sensoren für die Erfassung der genannten Daten geeignet: Messwandler, Temperatursensoren, Winkelsensoren oder Beschleunigungssensoren.

[0051] Gemäß einem zweiten Aspekt des verbesserten Konzeptes wird ein System mit den Merkmalen des Anspruchs 12 angegeben.

[0052] Die Merkmale des Systems korrespondieren zu den Schritten des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung. Für das System gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird deshalb auf die vorteilhaften Erläuterungen, bevorzugten Merkmale, technischen Effekte und/oder Vorteile in analoger Weise Bezug genommen, wie sie für das Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung bereits erläutert worden sind. Auf eine Wiederholung wird deshalb verzichtet.

[0053] Außerdem wird zu den im Folgenden wiedergegebenen, vorteilhaften Ausgestaltungen des Systems auf die Erläuterungen, Merkmale, Verfahrensschritte, technischen Effekte und Vorteile in analoger Weise Bezug genommen, wie sie für die entsprechenden Ausführungsformen des Verfahrens bereits erläutert worden sind. Auch hier wird auf eine analoge Wiederholung verzichtet.

[0054] Vorgesehen ist ein System zum Betrieb eines Laststufenschalters für Transformatoren, das eine Speichereinheit und eine Steuereinheit zur Steuerung des Laststufenschalters umfasst. Die Steuereinheit ist dazu ausgebildet, ein Verfahren gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung auszuführen. Bevorzugt steuert die Steuereinheit einen Motorantrieb, der wiederum den Laststufenschalter betätigt.

[0055] Gemäß einer Ausführungsform bilden die Steuereinheit und der Motorantrieb eine gemeinsame bauliche Einheit.

[0056] Die Speichereinheit kann als separate Einheit als Teil des Laststufenschalters oder als gemeinsame Einheit mit der Steuereinheit oder als Teil der Steuereinheit ausgebildet sein

[0057] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das System weiterhin eine Kommunikationseinheit, die dazu ausgebildet ist, Daten an ein übergeordnetes Steuerungs- und/oder Überwachungssystem zu übermitteln und von dem übergeordneten Steuerungs- und Überwachungssystem zu empfangen, wobei der erste Freischaltcode mittels der Kommunikationseinheit von dem übergeordneten Steuerungs- und Überwachungssystem an die Steuereinheit übermittelt wird.

[0058] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Steuereinheit eine Eingabeeinheit auf, die dazu ausgebildet ist, externe Speichermedien auszulesen und/oder manuelle Nutzereingaben zu erfassen, wobei der erste Freischaltcode mittels der Eingabeeinheit an die Steuereinheit übermittelt wird.

[0059] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Steuereinheit eine Ausgabeeinheit auf, die dazu ausgebildet ist, eine Statusmeldung des Laststufenschalters auszugeben, die den Zustand des Laststufenschalters repräsentiert.

[0060] Die Eingabeeinheit und die Ausgabeeinheit können als jeweils separate Einheiten oder als gemeinsame Einheit ausgebildet sein.

[0061] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird der zweite Code mit einem Algorithmus generiert und/oder basierend auf Blockchain-Technologie erzeugt.

[0062] Gemäß einem dritten Aspekt des verbesserten Konzeptes wird ein Laststufenschalter angegeben, der ein System gemäß dem zweiten Aspekt umfasst.

[0063] Im Folgenden wird die Erfindung anhand beispielhafter Ausführungsformen unter Bezug auf die Zeichnungen im Detail erklärt. 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.

[0064] Es zeigen

Fig. 1 eine vorteilhafte Ausführungsform eines Systems gemäß dem verbesserten Konzept in einer schematischen Darstellung,

Fig. 2 eine vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens gemäß dem verbesserten Konzept,

Fig. 3 eine weitere, vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens gemäß dem verbesserten Konzept.

[0065] In **Fig. 1** ist eine vorteilhafte Ausführungsform eines Systems 10 gemäß dem verbesserten Konzept in einer schematischen Darstellung gezeigt. Das System 10 weist einen Laststufenschalter 2 zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen Wicklungsanzapfungen (nicht gezeigt) eines Stufentransformators 1 auf. Der Laststufenschalter 2 umfasst eine Steuereinheit 3 und einen Motorantrieb 11, der zum Durchführen einer Schalthandlung des Laststufenschalters 2 von der Steuereinheit 3 betätigt wird. Der Laststufenschalter 2 umfasst weiterhin eine Speichereinheit 4, eine Eingabeeinheit 5, eine Ausgabeeinheit 8 und eine Kommunikationseinheit 6. Gemäß der in **Fig. 1** gezeigten, vorteilhaften Ausführungsform sind diese Einheiten 4, 5, 6 und 8 jeweils Teil der Steuereinheit 3 bzw. als gemeinsame Einheit mit der Steuereinheit 3 ausgebildet. Genauso ist es jedoch möglich, die Einheiten 4, 5, 6 und 8 jeweils als eigenständige Einheit, d. h. räumlich getrennt von der Steuereinheit 3 auszubilden.

[0066] Die Speichereinheit 4 ist zum Speichern von Datensätzen ausgebildet. Beispielsweise sind auf der Speichereinheit 4 Daten hinterlegt, die sich mit der Anzahl der durchgeführten Schalthandlungen verändern, wie z. B. die Schaltzahl oder die Höhe der kumulierten Ladungsmenge bzw. die Menge der übertragenen Energie. Weitere Daten, die auf der Speichereinheit 4 gespeichert werden können, sind Zustandsdaten den Laststufenschalter 2 betreffend, wie beispielsweise die Systemspannung, der Laststrom, die Betriebszeit, das Drehmoment, der Drehmomentverlauf, die Stufenstellung, Schaltzeitpunkte, die Anzahl der angefahrenen Positionen bzw. Wicklungsanzapfungen und die jeweilige Verweildauer in einer Position, die Motortemperatur, die Innentemperatur des Laststufenschalters bzw. des Schaltschranks oder sonstige Daten den Laststufenschalter 2 betreffend. Diese Zustandsdaten werden mittels geeigneter Sensoren 9 erfasst, gegebenenfalls von der Steuereinheit 3 ausgewertet und auf der Speichereinheit 4 hinterlegt.

[0067] Weiterhin ist auf der Speichereinheit 4 wenigstens ein zweiter Code hinterlegt, der zur Verifizierung eines Freischaltcodes zur Freischaltung weiterer Schalthandlungen für den Laststufenschalter 2 dient. Der Freischaltcode kann über die Eingabeeinheit 5 beispielsweise manuell eingegeben werden, oder mit einem externen Speichermedium in Form eines Datenfiles über die Eingabeeinheit 5 auf die Speichereinheit 4 übertragen werden.

[0068] Außerdem kann der Freischaltcode von einem übergeordneten Steuerungs- und/oder Überwachungssystem 7, beispielsweise der Leitstelle oder einem Datenportal des Netzbetreibers, über die Kommunikationseinheit 6 an die Steuereinheit 3 übermittelt werden. Die Kommunikationseinheit 6 ist im Gegenzug dazu ausgebildet, Warnmeldungen, Zustandsdaten oder sonstige Daten den Laststufenschalter 2 betreffend an das übergeordnete Steuerungs- und/oder Überwachungssystem 7 zu übermitteln.

[0069] Mittels der Ausgabeeinheit 8 werden Statusmeldungen den Zustand des Laststufenschalters 2 betreffend ausgegeben, wie beispielsweise die mittels der Sensoren 9 erfassten und gegebenenfalls mittels der Steuereinheit 3 ausgewerteten Zustands-

daten. Außerdem können Warnmeldungen, Blockiermeldungen oder sonstige Meldungen den Zustand des Laststufenschalters 2 betreffend über die Ausgabeeinheit 8 vor Ort ausgegeben werden.

[0070] In **Fig. 2** ist eine vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens gemäß dem verbesserten Konzept in Form eines Ablaufdiagramms dargestellt. Gemäß dieser vorteilhaften Ausführungsform umfasst der Laststufenschalter 2 eine Steuereinheit 3 zur Ausführung des Verfahrens, welches die folgenden Schritte aufweist: In einem Schritt a wird mittels der Steuereinheit 3 der Motorantrieb 11 betätigt und eine Schalthandlung des Laststufenschalters 2 durchgeführt. Daraufhin wird in einem Schritt b wenigstens ein auf der Speichereinheit 4 gespeicherter Datensatz, bevorzugt die Schaltzahl, aktualisiert. In einem Schritt c wird von der Steuereinheit 3 anhand des aktualisierten Datensatzes, also anhand der aktualisierten Schaltzahl, überprüft, ob eine Verriegelungsbedingung erfüllt ist. Gemäß dieser vorteilhaften Ausführungsform ist die Verriegelungsbedingung erfüllt, wenn eine festgelegte Schaltzahl des Laststufenschalters 2 überschritten wurde. Ist die Verriegelungsbedingung erfüllt, d. h. ist die aktualisierte Schaltzahl höher als die festgelegte Schaltzahl, so werden mit Schritt d weitere Schalthandlungen des Laststufenschalters 2 mittels der Steuereinheit 3 blockiert. Insbesondere wird der Motorantrieb 11 von der Steuereinheit 3 blockiert. Ist die Verriegelungsbedingung nicht erfüllt, d. h. die aktualisierte Schaltzahl kleiner oder gleich der festgelegten Schaltzahl, so kann beim nächsten Schaltbefehl das Verfahren wieder bei Schritt a beginnen.

[0071] Wurden jedoch weitere Schalthandlungen blockiert, wird in Schritt e die Verriegelungsbedingung mittels der Steuereinheit 3 aktualisiert. Das bedeutet konkret, dass die Verrieglungsbedingung verändert, also z. B. die festgelegte Schaltzahl, ab der blockiert werden soll, hochgesetzt wird. Daraufhin wird in Schritt f mittels der Steuereinheit 3 anhand des aktualisierten Datensatzes, also anhand der nach der Schalthandlung aktualisierten Schaltzahl, überprüft, ob die aktualisierte Verriegelungsbedingung, also die hochgesetzte Schaltzahl, überschritten wurde. Ist dies nicht der Fall, also die aktualisierte Schaltzahl kleiner oder gleich der hochgesetzten Schaltzahl und somit die aktualisierte Verriegelungsbedingung nicht erfüllt, so erfolgt in Schritt g das Durchführen wenigstens einer weiteren Schalthandlung mittels der Steuereinheit 3. Schritt g kann insbesondere so lange wiederholt werden, bis die aktualisierte Verriegelungsbedingung erfüllt ist, d. h. die aktualisierte Schaltzahl höher als die hochgesetzte Schaltzahl ist. Ist dies der Fall, so setzt das Verfahren bei Schritt d wieder ein und es werden mittels der Steuereinheit 3 weitere Schalthandlungen blockiert. Die Schleife der Schritte d bis f kann bevorzugt so lange wiederholt werden, bis eine maximale Verriegelungsbedingung erreicht ist. Dann hat der Laststufenschalter 2 beispielsweise seine maximale Schaltzahl erreicht.

[0072] Nach den Schritten c und f werden gemäß dieser vorteilhaften Ausführungsform für den Fall, dass die Verriegelungsbedingung (Schritt c) bzw. die aktualisierte Verriegelungsbedingung (Schritt f) nicht erfüllt wurde, zusätzlich die Schritte c1 bzw. f1 ausgeführt. Demnach wird anhand des aktualisierten Datensatzes überprüft, ob eine Warnbedingung, beispielsweise das Überschreiten einer bestimmten Schaltzahl, erfüllt ist. Wenn die Warnbedingung erfüllt ist, wird in Schritt c2 bzw. f2 eine Warnmeldung mittels der Ausgabeeinheit 8 ausgegeben und/oder mittels der Kommunikationseinheit 6 eine Warnmeldung an das übergeordnet Steuerungs- und/oder Überwachungssystem 7 übermittelt. Nach den Schritten c2 bzw. f2 oder auch wenn die Warnbedingung nicht erfüllt ist, also eine bestimmte Schaltzahl noch nicht erreicht wurde, wird das Verfahren bei Schritt a wiedereingesetzt bzw. bei Schritt g fortgesetzt.

[0073] Bezüglich des Verfahrens wird auf die vorangegangenen Erläuterungen, bevorzugten Merkmale, Effekte und/oder Vorteile, wie sie für das System 1 in Bezug auf **Fig. 1** bereits erläutert worden sind, in analoger Weise Bezug genommen. Auf eine entsprechende Wiederholung wird deshalb verzichtet.

[0074] In **Fig. 3** ist eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens gemäß dem verbesserten Konzept in Form eines Ablaufdiagramms dargestellt. Demnach umfasst das Aktualisieren der Verriegelungsbedingung gemäß Schritt e die Teilschritte e1 bis e3. In Schritt e1 wird eine Entriegelungsbedingung an die Steuereinheit 3 übermittelt. In einem Schritt e2 wird mittels der Steuereinheit 3 geprüft, ob die Entriegelungsbedingung gültig ist. Dabei wird mindestens ein erster Freischaltcode mit mindestens einem vorab auf der Speichereinheit 4 hinterlegten zweiten Code mittels der Steuereinheit 3 verglichen. Wird der erste Freischaltcode durch den zweiten, bereits hinterlegten Code verifiziert, z. B. durch Übereinstimmung, so ist die Entriegelungsbedingung erfüllt. In diesem Fall wird in Schritt e3 die Verriegelungsbedingung aktualisiert, also z. B. die Schaltzahl, bei der weitere Schalthandlungen des Laststufenschalters 2 blockiert werden, hochgesetzt. Ist die Entriegelungsbedingung jedoch nicht gültig, was z. B. der Fall ist, wenn der erste Freischaltcode nicht durch den zweiten Code verifiziert wird, so wird die Verriegelungsbedingung nicht aktualisiert. Das bedeutet, der Laststufenschalter bleibt blockiert. In diesem Fall wird mit Schritt e4 eine Fehlermeldung über die Ausgabeeinheit 8 ausgegeben und/oder über die Kommunikationseinheit 6 eine entsprechende Meldung an das übergeordnete Steuerungs- und/oder Überwachungssystem übermittelt. Dieser

Fall kann beispielsweise eintreten, wenn der Laststufenschalter 2 seine maximale Schaltzahl erreicht hat.

[0075] Auch bezüglich dieser vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens wird auf die vorangegangenen Erläuterungen, bevorzugten Merkmale, Effekte und/oder Vorteile, wie sie für das System 1 in Bezug auf **Fig. 1** bereits erläutert worden sind, in analoger Weise Bezug genommen. Auf eine entsprechende Wiederholung wird deshalb verzichtet.

Bezugszeichenliste

1	Stufentransformator
2	Laststufenschalter
3	Steuereinheit
4	Speichereinheit
5	Eingabeeinheit
6	Kommunikationseinheit
7	Steuerungs- und/oder Überwachungssystem
8	Ausgabeeinheit
9	Sensor
10	System
11	Motor

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Laststufenschalters (2) für Stufentransformatoren (1), wobei der Laststufenschalter (2) eine Steuereinheit (3) zur Betätigung des Laststufenschalters (2) und eine Speichereinheit (4) aufweist, das Verfahren umfassend die folgenden Schritte:
- Durchführen einer Schalthandlung des Laststufenschalters (2) mittels der Steuereinheit (3),
- Aktualisieren wenigstens eines auf der Speichereinheit (4) gespeicherten Datensatzes in Abhängigkeit von der durchgeführten Schalthandlung,
- Überprüfen anhand des aktualisierten Datensatzes, ob eine Verriegelungsbedingung erfüllt ist, mittels der Steuereinheit (3),
- Blockieren weiterer Schalthandlungen, wenn die Verriegelungsbedingung erfüllt ist, mittels der Steuereinheit (3).

2. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, wobei das Verfahren die folgenden weiteren Schritte umfasst:
- Aktualisieren der Verriegelungsbedingung mittels der Steuereinheit (3),
- Überprüfen anhand des aktualisierten Datensatzes, ob die aktualisierte Verriegelungsbedingung erfüllt ist, mittels der Steuereinheit (3),
- Durchführen wenigstens einer weiteren Schalthandlung, wenn die aktualisierte Verriegelungsbedingung nicht erfüllt ist, mittels der Steuereinheit (3), oder
- Blockieren weiterer Schalthandlungen, wenn die aktualisierte Verriegelungsbedingung erfüllt ist, mittels der Steuereinheit (3).

3. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, wobei das Aktualisieren der Verriegelungsbedingung umfasst:
- Übermitteln einer Entriegelungsbedingung an die Steuereinheit (3),
- Prüfen, ob die Entriegelungsbedingung gültig ist, mittels der Steuereinheit (3),
- Aktualisieren der Verriegelungsbedingung, wenn die Entriegelungsbedingung gültig ist.

4. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, wobei das Prüfen, ob die Entriegelungsbedingung gültig ist, umfasst:
- Vergleichen mindestens eines ersten Freischaltcodes mit mindestens einem vorab auf der Speichereinheit (4) hinterlegten zweiten Code, mittels der Steuereinheit (3), wobei
- die Entriegelungsbedingung erfüllt ist, wenn der erste Freischaltcode durch den zweiten Code verifiziert wird.

5. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, wobei
- der zweite Code mit einem Algorithmus generiert und/oder basierend auf Blockchain-Technologie erzeugt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, wobei
- die Steuereinheit (3) eine Eingabeeinheit (5) aufweist, die dazu ausgebildet ist, externe Speichermedien auszulesen und/oder manuelle Eingaben zu erfassen,
- der Freischaltcode über eine manuelle Eingabe oder ein Datenfile mittels der Eingabeeinheit an die Steuereinheit (3) übermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 4, wobei
- die Steuereinheit (3) eine Kommunikationseinheit (6) aufweist, die dazu ausgebildet ist, Daten an ein übergeordnetes Steuerungs- und/oder Überwachungssystem (7) zu übermitteln und von dem übergeordneten Steuerungs- und/oder Überwachungssystem (7) zu empfangen,
- der Freischaltcode von dem übergeordneten Steuerungs- und/oder Überwachungssystem (7) an die Steuereinheit (3) übermittelt wird, mittels der Kommunikationseinheit (6).

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Steuereinheit (3) eine Ausgabeeinheit (8) aufweist, die dazu ausgebildet ist, eine Statusmeldung des Laststufenschalters (2) auszugeben und das Verfahren den folgenden weiteren Schritt

umfasst:
- Ausgabe einer Statusmeldung, die den Zustand des Laststufenschalters (2) repräsentiert.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Verfahren folgende weiteren Schritte umfasst:
- Überprüfen anhand des aktualisierten Datensatzes, ob eine Warnbedingung erfüllt ist, wenn die Verriegelungsbedingung und/oder die aktualisierte Verriegelungsbedingung nicht erfüllt ist,
- Ausgabe einer Warnmeldung mittels der Ausgabeeinheit (8), wenn die Warnbedingung erfüllt ist, und/oder
- Übermitteln einer Warnmeldung an das übergeordnet Steuerungs- und/oder Überwachungssystem (7) mittels der Kommunikationseinheit (6), wenn die Warnbedingung erfüllt ist.

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Verfahren folgende weiteren Schritte umfasst:
- Erfassen von Zustandsdaten mittels geeigneter Sensoren (9) und der Steuereinheit (3),
- Speichern der Zustandsdaten auf der Speichereinheit (4),
- Exportieren und/oder Übermitteln der Zustandsdaten an das übergeordnete Steuerungs- und/oder Überwachungssystem (7), und/oder
- Ausgabe der Zustandsdaten mittels der Ausgabeeinheit (8).

11. Verfahren nach dem vorherigen Anspruch, wobei
- das Aktualisieren der Verriegelungsbedingung in Abhängigkeit von dem Exportieren und/oder Übermittelnder Zustandsdaten erfolgt.

12. System (10) zum Betrieb eines Laststufenschalters (2) für Stufentransformatoren (1), umfassend
- eine Speichereinheit (4),
- eine Steuereinheit (3) zur Steuerung des Laststufenschalters (2), wobei
- die Steuereinheit (3) dazu ausgebildet ist, ein Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 11 auszuführen.

13. System (10) nach dem vorherigen Anspruch, weiterhin umfassend
- eine Kommunikationseinheit (6), die dazu ausgebildet ist, Daten an ein übergeordnetes Steuerungs- und/oder Überwachungssystem (7) zu übermitteln und von dem übergeordneten Steuerungs- und/oder Überwachungssystem (7) zu empfangen, wobei
- der erste Freischaltcode von dem übergeordneten Steuerungs- und/oder Überwachungssystem (7) an die Steuereinheit (3) übermittelt wird mittels der Kommunikationseinheit (6).

14. System (10) nach einem der vorherigen Ansprüche 12 oder 13, wobei
- die Steuereinheit (3) eine Eingabeeinheit (5) aufweist, die dazu ausgebildet ist, externe Speichermedien auszulesen und/oder manuelle Nutzereingaben zu erfassen, wobei
- der erste Freischaltcode mittels der Eingabeeinheit (5) an die Steuereinheit (3) übermittelt wird.

15. System (10) nach einem der vorigen Ansprüche 12 bis 14, wobei
- die Steuereinheit (3) eine Ausgabeeinheit (8) aufweist, die dazu ausgebildet ist, eine Statusmeldung des Laststufenschalters (2) auszugeben, die den Zustand des Laststufenschalters (2) repräsentiert.

16. System (10) nach einem der vorherigen Ansprüche 12 bis 15, wobei
- der zweite Code mit einem Algorithmus generiert wird, und/oder
- der zweite Code basierend auf Blockchain-Technologie erzeugt wird.

17. Laststufenschalter (2) für Stufentransformatoren (1) umfassend ein System (10), das gemäß einem der vorherigen Ansprüche 12 bis 16 ausgebildet ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

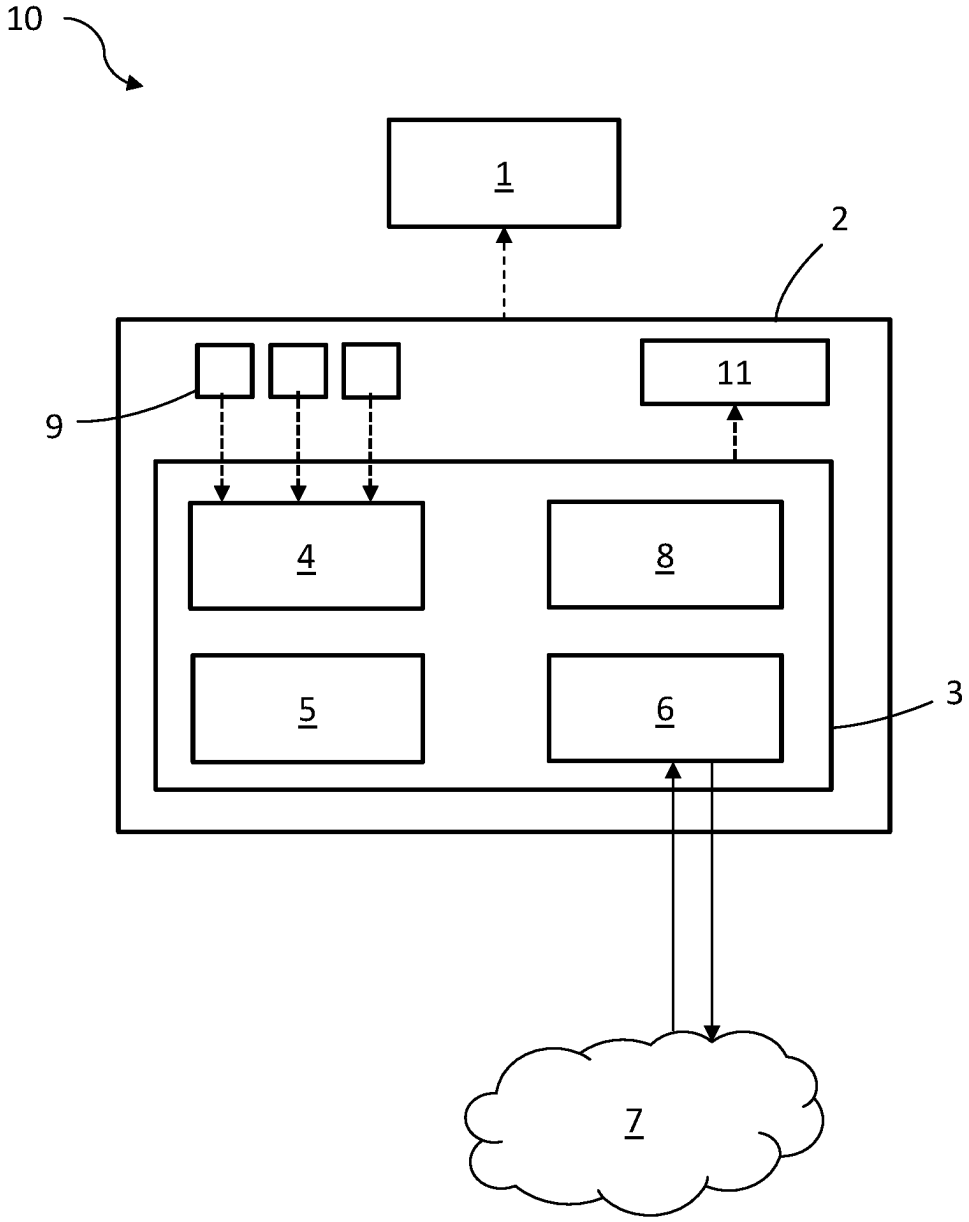


Fig. 1

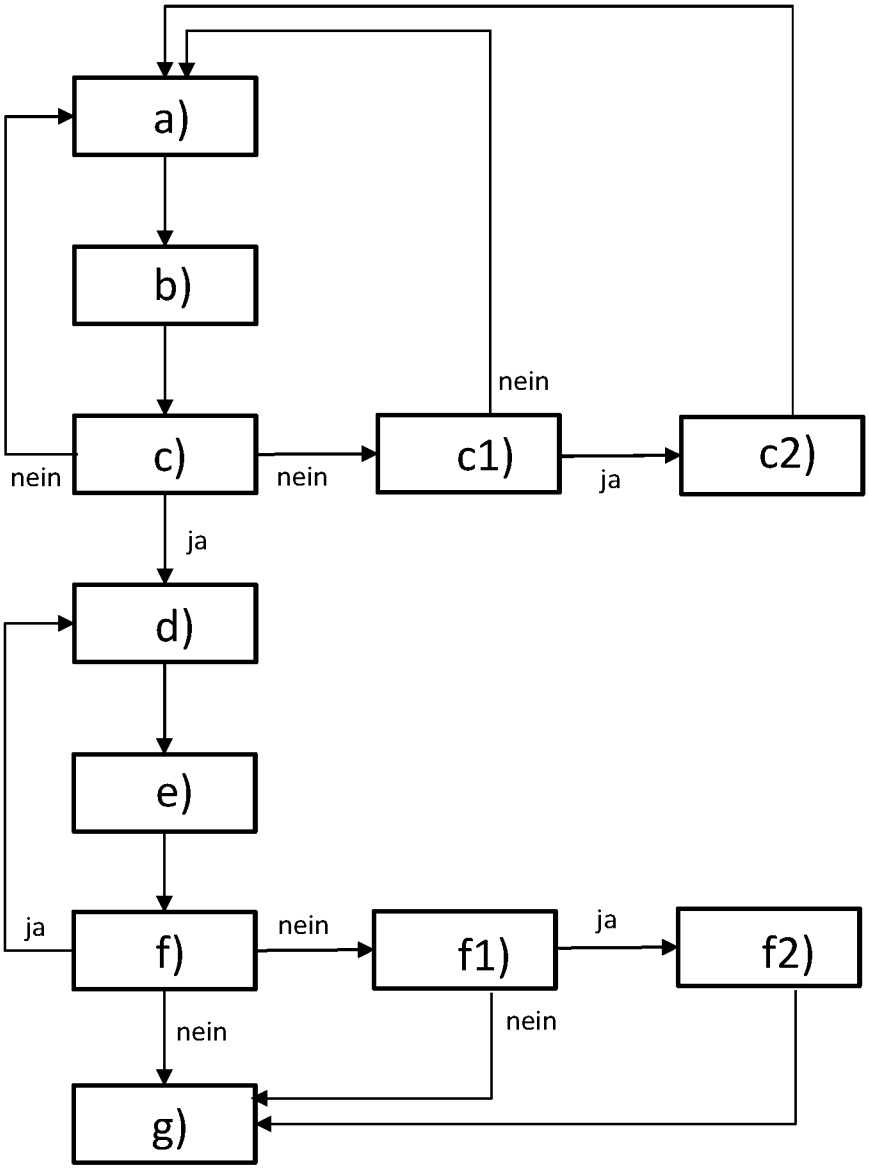


Fig. 2

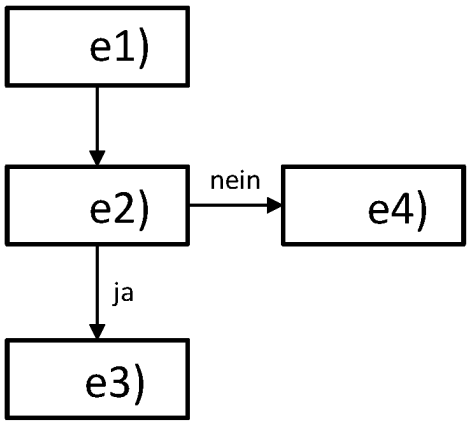


Fig. 3

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.