



(10) **DE 10 2012 209 019 B3** 2013.08.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 209 019.3**
(22) Anmeldetag: **29.05.2012**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.08.2013**

(51) Int Cl.: **G01R 31/02 (2012.01)**
G01R 19/17 (2012.01)
G01R 15/06 (2012.01)
H02J 3/12 (2013.01)
H02J 13/00 (2013.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Kries-Energietechnik GmbH & Co.KG, 71334,
Waiblingen, DE**

(72) Erfinder:
Kries, Gunter, 71384, Weinstadt, DE

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster &
Partner, 70174, Stuttgart, DE**

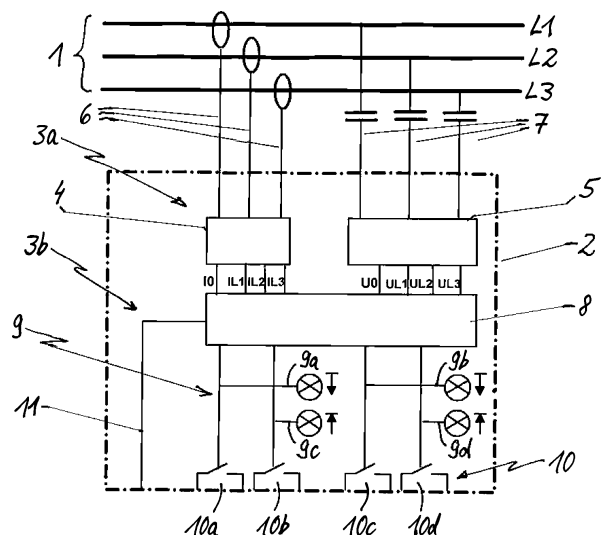
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2007 013 712 A1
US 6 031 699 A

(54) Bezeichnung: **Fehlererkennungs- und Fehlermeldeeinrichtung für ein elektrisches Energieversorgungsnetz**

(57) Hauptanspruch: Einrichtung zur Erkennung und Meldung von Fehlern im Strom- und/oder Spannungsverlauf einer dreiphasigen Hoch- oder Mittelspannungsleitung (1) eines elektrischen Energieversorgungsnetzes, wobei die Fehler mindestens transiente Fehler umfassen, mit

- einem Detektionsteil (3a) zur Messung des Stroms und/oder der Spannung der mehrphasigen Hoch- oder Mittelspannungsleitung (1) und zur Ermittlung eines Nullsystemstroms (I₀) aus dem gemessenen mehrphasigen Strom und/oder einer Nullsystemspannung (U₀) aus der gemessenen mehrphasigen Spannung und
- einem Auswerteteil (3b), der zur diskriminierenden Erkennung und Meldung wenigstens zweier unterschiedlicher Fehlertypen ausgelegt ist, die sich in der Häufigkeit aufeinanderfolgender Fehlerereignisse unterscheiden, und der dazu Mittel (8) zur Erkennung eines jeweiligen transienten Fehlerereignisses aus dem ermittelten Nullsystemstrom (I₀) und/oder der ermittelten Nullsystemspannung (U₀), Mittel zur Erkennung betriebsfrequenter ein- oder mehrphasiger Fehlerereignisse und Mittel zum Melden eines entsprechenden stationären Fehlers sowie Zähl- und Meldemittel (8 bis 11) zum Zählen der erkannten transienten Fehlerereignisse und zum Melden eines jeweiligen Fehlertyps abhängig von einem Zählergebnis der Zählmittel umfasst.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Erkennung und Meldung von Fehlern im Strom- und/oder Spannungsverlauf einer mehrphasigen Hoch- oder Mittelspannungsleitung eines elektrischen Energieversorgungsnetzes, wobei die Fehler transiente Fehlerereignisse umfassen.

[0002] Derartige Einrichtungen werden beispielsweise in Verteilnetzstationen, auch Ortsnetzstationen oder Trafostationen genannt, eines großräumigen Stromversorgungsnetzes eingesetzt. Typischerweise sind in einem solchen Stromversorgungsnetz an geeigneten Orten Umspannwerke vorgesehen, die jeweilige Verteilnetze speisen. Dazu besitzt das Umspannwerk zugehörige Kabelabgänge, entlang denen jeweils mehrere Verteilnetzstationen angeschlossen bzw. eingeschleift sind. In Verteilnetzen können ein- und mehrpolige Fehler im Strom- und/oder Spannungsverlauf, vorliegend auch kurz Fehler genannt, auftreten, d. h. Strom-/Spannungsfehler auf einer oder mehreren Phasen des üblicherweise dreiphasigen Leitungsnetzes. Oftmals beginnt ein Fehler durch transiente Entladungen zwischen einem der elektrischen Leiter der Hoch- oder Mittelspannungsleitung und Erde. Besonders hochfrequente transiente Fehlerereignisse sind auch als Teilentladung bekannt. Die Begriffe Hochspannung und Mittelspannung sind vorliegend in ihrem standardisierten, dem Fachmann bekannten Sinn zu verstehen, d. h. sie bezeichnen entsprechende Spannungsbereiche, wie sie insbesondere in elektrischen Energieversorgungsnetzen benutzt werden.

[0003] Unter transienten Fehlerereignissen werden vorliegend Fehlerereignisse im Strom- und/oder Spannungsverlauf mit vergleichsweise kurzer Periodendauer verstanden, die insbesondere wesentlich kleiner als die sich aus der Betriebsfrequenz des Hoch-/Mittelspannungsnetzes ergebende Periodendauer ist, in einem üblichen Fall einer Betriebsfrequenz von 50 Hz somit wesentlich kleiner als die betriebsfrequente Periodendauer von 20 ms. Eine Abfolge von sich in einem gewissen Zeitraum in gewisser Anzahl wiederholenden transienten Fehlerereignissen stellt ein sogenanntes intermittierendes Fehlerereignis dar. Länger andauernde Fehlerereignisse, wie über einen gewissen Zeitraum bleibende intermittierende Fehlerereignisse und Fehlerereignisse, deren Periodendauer deutlich länger als diejenige transienter Fehlerereignisse ist, werden als stationäre oder statische Fehlerereignisse bezeichnet. Solche stationären Fehlerereignisse resultieren meistens aus betriebsfrequenten Fehlerereignissen, d. h. die Periodendauer der betreffenden Fehlerströme und/oder Fehlerspannungen ist durch die Betriebsfrequenz von z. B. 50 Hz bestimmt. Zu den auf transienten Fehlerereignissen basierenden Fehlern gehören z. B. intermittierende Erdkurzschlüsse in nieder-

ohmig geerdeten Netzen, Erdschlusswischer in gelöschten und kompensierten Netzen sowie Teilentladungen innerhalb von Schaltanlagen, wie sie in den Verteilnetzstationen vorgesehen sind.

[0004] Die transienten Fehler können, wenn sie nicht vorher erkannt und beseitigt werden, zu intermittierenden Fehlern und letztlich zu stationären Fehlern werden. Es ist bekannt, in den Umspannwerken aufwändige Schutzgeräte zu installieren, die Fehler aufgrund von transienten oder stationären Fehlerereignissen erkennen können. Das Erkennen eines stationären Fehlers führt zu einer Schutzabschaltung des betreffenden Teilnetzes im Umspannwerk und damit zur Abschaltung aller daran angekoppelten Verteilnetzstationen unabhängig davon, wo der Fehler aufgetreten ist. Die Erfassung von transienten Fehlern im Umspannwerk, das quasi die Kopfstation des Verteilnetzes bildet, erlaubt noch keine Lokalisierung, in welchem Netzabschnitt bzw. in welcher Verteilnetzstation der Fehler aufgetreten ist, da sich bei transienten Fehlerereignissen keine Fehlerentfernung ermitteln lässt.

[0005] Es besteht daher auf diesem Anwendungsgebiet Bedarf an Systemen, die es ermöglichen, in den Ortsnetzstationen der Verteilnetze transiente Fehler rasch und vorzugsweise richtungsselektiv zu orten, um geeignete Maßnahmen ergreifen und z. B. die fehlerbehafteten Teilstrecken selektiv abtrennen zu können, möglichst bevor es zu stationären Fehlern oder gar kompletten Netzabschaltungen kommt. In der Praxis sind bereits verschiedentlich Geräte in Gebrauch, die sich zur Erkennung und Meldung von Fehlern in die Verteilnetzstationen einbauen lassen.

[0006] Ein Beispiel ist das unter der Modellbezeichnung IKI-EDI-W von der Anmelderin vertriebene Erdschlusswischerrelais. Dieses Gerät erfasst über einen Summenstromwandler den Nullsystemstrom und über einen kapazitiven oder induktiven Spannungswandler die Nullsystemspannung einer dreiphasigen Hoch-/Mittelspannungsleitung und erlaubt damit die Erfassung von einpoligen transienten oder stationären Fehlern. Ein weiteres Beispiel ist das von der Anmelderin unter der Modellbezeichnung IKI-50 vertriebene kombinierte Lastflussmess- und Fehlermeldegerät. Dieses erfasst die Ströme der einzelnen Phasen separat anhand von drei entsprechenden, den Phasen individuell zugeordneten Stromwandlern und kommt dadurch ohne aufwändigen Summenstromwandler aus. Zwar sind die genannten, herkömmlichen Geräte in ihren Ansprechschwellen, d. h. ihren Fehlererkennungsschwellen, parametrierbar, d. h. variabel einstellbar, sie erlauben aber keine unterscheidbare Erkennung der oben angesprochenen, unterschiedlichen Fehlertypen.

[0007] In der Patentschrift US 6.031.699 ist ein Lichtbogendetektor für ein einphasiges elektrisches Lei-

tungssystem mit einem Neutralleiter und einer spannungsführenden Leitung offenbart, wie es beispielsweise zur Stromversorgung in Gebäuden verwendet wird. Der Detektor umfasst einen Neutralleiter-Stromsensor und einen Differenzstromsensor mit jeweils angekoppeltem Auswerteteil, wobei der Differenzstromsensor die Differenz der Ströme auf dem Neutralleiter und auf der spannungsführenden Leitung erfasst.

[0008] Die Offenlegungsschrift DE 10 2007 013 712 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Auswertung schneller Stromänderungen in Folge von Lichtbögen, wobei ein zeitdifferenziertes Sensorsignal mit sensorabhängiger Frequenzbandbreite zwischen 40 MHz und 100 kHz erzeugt wird, aus dem Sensorsignal ein Auswertesignal mit einer oberen Grenzfrequenz zwischen 1 MHz und 10 MHz erzeugt wird, aus dem Auswertesignal ein normiertes Pulssignal erzeugt wird und die Pulsdauer des normierten Pulssignals auf einen vorgegebenen Zeitwert verlängert wird.

[0009] Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung einer Fehlererkennungs- und Fehlermeldeeinrichtung der eingangs genannten Art zugrunde, die hinsichtlich Erkennung und Meldung der verschiedenen Fehlertypen gegenüber den oben genannten, herkömmlichen Einrichtungen weiter verbessert ist und insbesondere eine von anderen Fehlertypen unterscheidbare Erkennung transients Fehler und von sich daraus entwickelnden intermittierenden oder stationären Fehlern ermöglicht.

[0010] Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung einer Einrichtung zur Fehlererkennung und Fehlermeldung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Die erfindungsgemäße Einrichtung weist einen Detektionsteil und einen Auswerteteil auf. Der Detektionsteil ist dafür ausgelegt, den Strom und/oder die Spannung einer dreiphasigen Hoch- oder Mittelspannungsleitung, bei der es sich insbesondere um eine dreiphasige Kabelleitung eines öffentlichen oder privaten Stromnetzes handeln kann, zu messen und daraus einen Nullsystemstrom und/oder eine Nullsystemspannung zu ermitteln. Der Auswerteteil ist zur diskriminierenden Erkennung und Meldung wenigstens zweier unterschiedlicher Fehlertypen ausgelegt, die sich in der Häufigkeit aufeinanderfolgender Fehlerereignisse unterscheiden und zu denen u. a. transiente Fehler gehören.

[0011] Dazu weist der Auswerteteil Mittel zur Erkennung eines jeweiligen transienten Fehlerereignisses aus dem ermittelten Nullsystemstrom und/oder der ermittelten Nullsystemspannung sowie Zähl- und Meldemittel zum Zählen der erkannten transienten Fehlerereignisse und zum Melden eines jeweiligen Fehlertyps abhängig von einem Zählergebnis der Zählmittel auf. Weiter ist der Auswerteteil zur diskrimi-

nierenden Erkennung und Meldung eines Fehlertyps ausgelegt, der auf einem betriebsfrequenten Fehlerereignis basiert, d. h. auf einem Strom- und/oder Spannungsfehler mit einer Frequenz in der Größenordnung der Betriebsfrequenz des überwachten Systems, wie z. B. der üblichen Netzfrequenz von 50 Hz oder 60 Hz, im Gegensatz zu den deutlich höherfrequenten transienten Fehlerereignissen und den darauf beruhenden Fehlern. Der Auswerteteil weist entsprechende Mittel zur Erkennung solcher betriebsfrequenter ein- oder mehrphasiger Fehlerereignisse und Mittel zum Melden eines entsprechenden, auf einem solchen betriebsfrequenten Fehlerereignis basierenden stationären Fehlers auf. Somit ermöglicht die Erfindung auch die Erkennung und Meldung von stationären Fehlern, die auf betriebsfrequenten Fehlerereignissen basieren.

[0012] Diese Systemauslegung ermöglicht es der erfindungsgemäßen Einrichtung, transiente Fehler unterscheidbar von anderen Fehlertypen, wie intermittierenden Fehlern und stationären Fehlern, zu erkennen und zu melden. Als Folge davon ermöglicht es die erfindungsgemäße Einrichtung, dass auf unterschiedliche auftretende Fehler verschieden reagiert werden kann, jeweils optimal abgestimmt auf den erkannten und gemeldeten Fehlertyp. So können beispielsweise in einer entsprechenden Systemauslegung transiente Fehler erkannt und gemeldet werden, bevor sich diese zu intermittierenden oder stationären Fehlern entwickelt haben. Durch geeignete Gegenmaßnahmen kann dann bei Bedarf rechtzeitig verhindert werden, dass sich aus einem transienten Fehler ein intermittierender Fehler oder ein stationärer Fehler entwickelt. Gleichzeitig lassen sich der Detektionsteil und der Auswerteteil mit den genannten Funktionalitäten mit verhältnismäßig geringem Aufwand bei hoher Funktionszuverlässigkeit realisieren. Dafür bieten sich dem Fachmann verschiedene Realisierungsmöglichkeiten an, die er bei Kenntnis der genannten Funktionalitäten anhand seines Fachwissens je nach Anwendungsfall geeignet wählen kann. Letzteres gilt in gleicher Weise für die in den Unteransprüchen angegebenen Weiterbildungen der Erfindung.

[0013] So sind in einer Weiterbildung der Erfindung die Zähl- und Meldemittel dafür ausgelegt, die Häufigkeit transienter Fehlerereignisse aus einer gezählten Anzahl von erkannten transienten Fehlerereignissen während einer vorgegebenen Zeitdauer oder aus der Zeitdauer einer vorgegebenen Anzahl von erkannten transienten Fehlerereignissen zu ermitteln. Dazu wird entsprechend diesen beiden Alternativen die Zeitdauer oder die zu zählende Anzahl für den jeweiligen Zählvorgang geeignet vorgegeben. Abhängig von der so ermittelten Häufigkeit wird dann ein jeweils zugehöriger Fehlertyp gemeldet.

[0014] In Ausgestaltung dieser Maßnahme sind die Zähl- und Meldemittel dafür ausgelegt, die Zeitdauer bzw. die Anzahl als Festlegung für den jeweiligen Zählvorgang variabel vorzugeben. Diese Parametrierbarkeit der Zähl- und Meldemittel erlaubt eine flexible Anpassung an die Gegebenheiten des jeweils überwachten Systems.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung dieser Maßnahme sind die Zähl- und Meldemittel dafür ausgelegt, eine Vorwarnmeldung, eine Warnmeldung und/oder eine Fehlermeldung zu erzeugen, wenn die ermittelte Häufigkeit zwischen entsprechenden Vorwarn-, Warn- bzw. Fehler-Schwellwerten liegt. Diese Systemauslegung kann z. B. dafür dienen, bei einem erkannten intermittierenden Fehler eine Vorwarnmeldung, bei einem erkannten intermittierenden Fehler eine Warnmeldung und bei einem erkannten stationären Fehler eine Fehlermeldung abzugeben. Wenn ein erster, unterer Vorwarn-Schwellwert beispielsweise gleich 1 ist, wird schon ein erstes erkanntes transientes Fehlerereignis in Form einer Vorwarnmeldung gemeldet. Wenn ein zweiter, oberer Vorwarn-Schwellwert gleich einem ersten, unteren Warn-Schwellwert ist, geht die Vorwarnmeldung in eine Warnmeldung über, und wenn ein zweiter, oberer Warn-Schwellwert gleich einem ersten, unteren Fehler-Schwellwert ist, geht die Warnmeldung in eine Fehlermeldung über. Es versteht sich, dass die verschiedenen Schwellwerte je nach Bedarf frei wählbar vorgegeben werden können, einschließlich des Falls, dass die beiden Schwellwerte für den jeweiligen Meldetyp, d. h. für Vorwarnmeldung, Warnmeldung bzw. Fehlermeldung, gleich groß gewählt werden, d. h. effektiv einen einzigen Vorwarn-, Warn- bzw. Fehler-Schwellwert repräsentieren.

[0016] In einer Weiterbildung der Erfindung weist der Detektionsteil phasenselektive Strommesswandler zur Messung des Stroms und/oder phasenselektive kapazitive Spannungsteiler zur Messung der Spannung auf. Die Verwendung phasenselektiver Strommesswandler hat den Vorteil, dass ein aufwändiger Summenstromwandler entfallen kann.

[0017] In einer Weiterbildung der Erfindung ist der Auswerteteil zur richtungsselektiven Erkennung wenigstens eines der Fehlertypen ausgelegt. Eine solche Systemauslegung trägt vorteilhaft dazu bei, einen aufgetretenen Fehler möglichst gut lokalisieren zu können, wodurch dann auch die zugehörigen Gegenmaßnahmen entsprechend lokal begrenzt bleiben können. Mit dieser Maßnahme lässt sich beispielsweise eine unnötiges Abschalten von an ein Umspannwerk angekoppelten Verteilnetzstationen vermeiden, wenn festgestellt wurde, dass sich ein erkannter Fehler nicht in dem Teilnetzabschnitt der betreffenden Verteilnetzstation befindet.

[0018] In einer Weiterbildung der Erfindung beinhalten die Zähl- und Meldemittel eine optische Meldeanzeigeeinheit und/oder eine schalterbasierte Meldeeinheit und/oder einen Meldedatenbus. Dies stellt vorteilhafte Arten der Meldeabgabe dar, von denen ja nach Bedarf alle oder nur ein Teil bei entsprechenden erfindungsgemäßen Ausführungsformen vorgesehen sein können.

[0019] In einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Einrichtung ist diese zum Einbau in eine Verteilnetzstation des elektrischen Energieversorgungsnetzes ausgelegt. Damit kann sie gezielt dort das Auftreten entsprechender Fehler erkennen und melden.

[0020] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend beschrieben.

[0021] Die einzige Figur zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer Einrichtung zur Erkennung und Meldung von Fehlern im Strom- und/oder Spannungsverlauf einer dreiphasigen Hoch-/Mittelspannungsleitung.

[0022] Die in der Figur gezeigte Fehlererkennungs- und Fehlermeldeeinrichtung dient zur Fehlerüberwachung auf einer dreiphasigen Hoch-/Mittelspannungsleitung **1**, die von einem Kabelabgang eines nicht gezeigten Umspannwerks eines elektrischen Energieversorgungsnetzes abgeht und an die mehrere Verteilnetzstationen angeschlossen sind, die vom Umspannwerk gespeist werden. Die gezeigte Fehlererkennungs- und Fehlermeldeeinrichtung befindet sich am Ort einer schematisch dargestellten Verteilnetzstation **2**, deren weiteren Komponenten herkömmlicher Art und daher hier nicht weiter dargestellt sind. Das Umspannwerk kann sich beispielsweise in irgendeiner Entfernung links vom in der Figur gezeigten Abschnitt der Hoch-/Mittelspannungsleitung **1** befinden, und rechts vom gezeigten Abschnitt können an zugehörigen Orten weitere Verteilnetzstationen an die Hoch-/Mittelspannungsleitung **1** angekoppelt sein.

[0023] Die Fehlererkennungs- und Fehlermeldeeinrichtung umfasst einen Detektionsteil **3a** und einen Auswerteteil **3b**. Der Detektionsteil **3a** misst den Strom und die Spannung der dreiphasigen Hoch-/Mittelspannungsleitung **1** am Ort der Verteilnetzstation **2** und ermittelt daraus einen Nullsystemstrom I_0 und eine Nullsystemspannung U_0 . Unter Nullsystemstrom und Nullsystemspannung wird vorliegend, wie üblich, die Vektoraddition der drei Ströme bzw. der drei Spannungen auf den drei Phasenleitern L1, L2, L3 der dreiphasigen Leitung **1** verstanden.

[0024] In der gezeigten Systemauslegung beinhaltet der Detektionsteil **3a** hierfür eine Stromdetektionseinheit **4** und eine Spannungsdetektionseinheit **5**.

Der Stromdetektionseinheit **4** sind drei phasenselektive Strommesswandler **6** zur individuellen Stromerfassung an jedem der drei Phasenleiter L1, L2, L3 zugeordnet. Aus den drei gemessenen Phasenströmen IL1, IL2, IL3 bildet die Stromdetektionseinheit **4** in üblicher Weise durch vorzugsweise digitale vektorielle Addition den zugehörigen Nullsystemstrom I0. Der Spannungsdetektionseinheit **5** sind drei phasenselektive kapazitive Spannungsteiler **7** zur Spannungsmessung individuell für jeden der drei Phasenleiter L1, L2, L3 zugeordnet. Aus den gemessenen drei Phasenspannungen UL1, UL2, UL3 bildet die Spannungsdetektionseinheit **5** wiederum durch vorzugsweise digitale vektorielle Addition die Nullsystemspannung U0. Die Stromdetektionseinheit **4** und die Spannungsdetektionseinheit **5** sind zur Erfüllung dieser Funktionalitäten geeignet aufgebaut, wie dem Fachmann geläufig, was daher hier keiner weiteren Erläuterung bedarf. Beispielsweise können Realisierungen dieser Komponenten **4**, **5** sowie der vorgeschalteten Strommesswandler **6** bzw. kapazitiven Spannungsteiler **7** gewählt werden, wie sie aus dem eingangs genannten Stand der Technik, u. a. von den erwähnten herkömmlichen Geräten der Anmelderin, an sich bekannt sind.

[0025] Der Auswerteteil **3b** beinhaltet eine Auswerteeinheit **8**, in der die benötigten Auswertefunktionalitäten implementiert sind und die beispielsweise als Mikroprozessor realisiert sein kann. Weiter umfasst der Auswerteteil **3b** eine Meldestufe mit einer optischen Meldungsanzeigeeinheit **9**, einer schalterbasierten Meldeeinheit **10** und einem Meldedatenbus **11**, die sämtlich an die Auswerteeinheit **8** angeschlossen sind.

[0026] Die Auswerteeinheit **8** empfängt von der Stromdetektionseinheit **4** die Informationen über die ermittelte Nullsystemspannung I0 und über die drei einzelnen gemessenen Phasenströme IL1, IL2, IL3. Außerdem empfängt die Auswerteeinheit **8** von der Spannungsdetektionseinheit **5** die Informationen über die ermittelte Nullsystemspannung U0 und die drei einzelnen gemessenen Phasenspannungen UL1, UL2, UL3. Die Auswerteeinheit **8** ist dafür ausgelegt, anhand dieser zugeführten Informationen wenigstens zwei unterschiedliche Fehlertypen diskriminierend zu erkennen und zu melden, die sich in der Häufigkeit aufeinanderfolgender Fehlerereignisse unterscheiden. In einer vorteilhaften Ausprägung ist die Auswerteeinheit **8** dafür ausgelegt, transiente Fehler, intermittierende Fehler und darauf basierende stationäre Fehler sowie betriebsfrequente Fehler unterscheidbar zu erkennen. In einer weiteren vorteilhaften Ausprägung erfolgt die Fehlererkennung richtungssensitiv. Durch eine geringfügig voneinander beabstandete Anordnung der Strommesswandler **6** einerseits und der kapazitiven Spannungsteiler **7** andererseits an der Hoch-/Mittelspannungsleitung **1** erkennt die erfindungsgemäße Einrichtung mittels ihrer

Auswerteeinheit **8** aus der relativen Phasenlage der Ströme und der Spannungen, ob sich ein erkannter Fehler von der Verteilnetzstation **2** gesehen leitungs- aufwärts in Richtung Umspannwerk, d. h. in der Figur nach links, oder in entgegengesetzter Richtung leitungsabwärts weiter vom Umspannwerk weg befindet.

[0027] Sobald die Auswerteeinheit **8** auf diese Weise richtungsspezifisch einen aufgetretenen Fehler erkannt hat, meldet sie ihn als entsprechenden Fehlertyp parallel über den Meldedatenbus **11**, die Meldungsanzeigeeinheit **9** und/oder die schalterbasierte Meldeeinheit **10**. In einer vorteilhaften Systemauslegung gibt sie dazu bei einem erkannten transienten Fehler eine Vorwarnmeldung, bei einem erkannten intermittierenden Fehler eine Warnmeldung und bei einem erkannten stationären Fehler, der auf einer entsprechend häufigen Folge transienter bzw. intermittierender Fehler oder auf einem betriebsfrequenten Fehler basieren kann, eine Fehlermeldung ab. Zur Anzeigediskriminierung weist die optische Anzeigeeinheit **9** vier parallele Anzeigepfade **9a**, **9b**, **9c**, **9d** auf, je zwei pro Fehlerrichtung, wie durch zwei Pfeile nach oben bzw. zwei Pfeile nach unten symbolisiert. Entsprechend weist die schalterbasierte Anzeigeeinheit **10** parallel vier ansteuerbare Meldeschalt-elemente **10a**, **10b**, **10c**, **10d** auf. Dadurch stehen für die optische Anzeigeeinheit **9** und für die schalterbasierte Anzeigeeinheit **10** jeweils genügend verschiedene Anzeigezustände zur Verfügung, um die unterschiedlichen Fehlertypen einschließlich ihrer Fehlerrichtung voneinander unterscheidbar melden/anzeigen zu können. Beispielsweise können die beiden optischen Anzeigepfade **9a**, **9c** zum Anzeigen von Vorwarn- oder Warnmeldungen eingesetzt werden, wobei je nach Fehlerrichtung der eine oder der andere dieser beiden Anzeigepfade **9a**, **9c** aktiviert wird, und in gleicher Weise können die beiden anderen optischen Anzeigepfade **9b**, **9d** zum Anzeigen der Fehlermeldungen einschließlich ihrer Fehlerrichtung benutzt werden.

[0028] Zur Erkennung transienter Fehlerereignisse weist die Auswerteeinheit **8** geeignete Mittel auf, die als solche herkömmlicher Art sind und daher hier keiner näheren Erläuterung bedürfen. Speziell sind dies Mittel zur Erkennung eines jeweiligen transienten Fehlerereignisses aus dem Nullsystemstrom I0 und/oder der Nullsystemspannung U0, wie sie vom Detektionsteil **3a** ermittelt und der Auswerteeinheit **8** zugeführt werden. Für diese Erkennung transienter Fehler werden die betreffenden Mittel in geeigneter Weise den zeitlichen Verlauf des Nullsystemstroms I0 und der Nullsystemspannung U0 aus. In einer der hierfür an sich bekannten Realisierungsmöglichkeiten werden die Mittel den Nullsystemstrom und/oder die Nullsystemspannung beispielsweise daraufhin aus, ob deren Zeitverlauf innerhalb eines geeignet kurz gewählten Zeitraums einen vorgegebenen

Peak-Schwellwert mehr als eine vorgegebene Anzahl von Malen, z. B. mehr als drei Mal oder mehr als vier Mal, überschreitet, woraus dann auf ein transientes Fehlerereignis geschlossen wird. Bei Bedarf kann vorgesehen sein, dass der Benutzer die betreffenden Schwellwerte hinsichtlich Peakwert und/oder Überschreitungshäufigkeit variabel einstellen und damit variabel vorgeben kann.

[0029] Des Weiteren umfasst die Auswerteeinheit **8** Zählmittel zum Zählen der erkannten transienten Fehlerereignisse. Auch solche Zähler sind dem Fachmann an sich bekannt und bedürfen daher hier keiner näheren Erläuterung.

[0030] Zur Unterscheidung transienter Fehlerereignisse von darauf basierenden intermittierenden oder stationären Fehlern ist die Auswerteeinheit **8** dafür ausgelegt, die Häufigkeit einer Folge transienter Fehlerereignisse innerhalb eines gewissen Zeitraums zu erfassen. Dem liegt die Tatsache zugrunde, dass ein intermittierender Fehler erst vorliegt, wenn sich transiente Fehler innerhalb eines gewissen Zeitraums entsprechend häufen, und ein darauf basierender stationärer Fehler erst vorliegt, wenn sich transiente bzw. intermittierende Fehler entsprechend häufen. Die Auswerteeinheit **8** zählt die Anzahl erkannter transienter Fehlerereignisse in einem vorgegebenen Zeitraum, der bei Bedarf vom Benutzer variabel eingestellt werden kann. Aus der daraus ermittelten Häufigkeit schließt die Auswerteeinheit **8**, ob nur ein transienter Fehler oder aber ein intermittierender Fehler oder gar ein stationärer Fehler vorliegt. Dazu vergleicht sie die gezählte Anzahl mit zugeordneten Schwellwerten, die bei Bedarf ebenfalls variabel vom Benutzer eingestellt werden können. Dies können insbesondere ein unterer und ein oberer Vorwarn-Schwellwert zum Melden transienter Fehler, ein unterer und ein oberer Warn-Schwellwert für intermittierende Fehler sowie ein unterer und ein oberer Fehler-Schwellwert für Fehlermeldungen sein. Dabei können jeweils der untere und der obere Schwellwert zusammenfallen, d. h. durch einen einzigen Vorwarn-, Warn- bzw. Fehler-Schwellwert repräsentiert sein.

[0031] Beispielsweise kann die Auswerteeinheit **8** so ausgelegt sein, dass sie einen transienten Fehler als Vorwarnmeldung meldet, wenn sie innerhalb des vorgegebenen Zeitraums mindestens einen und höchstens eine vorgegebene Maximalzahl von z. B. drei oder vier transienten Fehlerereignissen erkennt. Bei Erkennen von mehr transienten Fehlerereignissen innerhalb dieses Zeitraums, z. B. von mehr als drei oder vier transienten Fehlerereignissen, meldet die Auswerteeinheit **8** einen aufgetretenen intermittierenden Fehler als Warnmeldung, solange die im betreffenden Zeitraum gezählte Anzahl erkannter transienter Fehlerereignisse nicht über einem Fehler-Schwell-

wert liegt. Ist Letzteres der Fall, meldet die Auswerteeinheit **8** einen stationären Fehler als Fehlermeldung.

[0032] Statt der Vorgabe eines bestimmten Zählzeitraums kann in einer modifizierten Ausführung der Erfindung eine bestimmte, zu zählende Anzahl transienter Fehlerereignisse vorgegeben werden, z. B. wiederum variabel einstellbar, und die Auswerteeinheit **8** ermittelt dann, wie lang es dauert, bis die vorgegebene Anzahl transienter Fehlerereignisse aufgetreten und erkannt worden ist, um daraus wiederum deren Häufigkeit zu ermitteln.

[0033] Die Auswerteeinheit **8** ist weiter dafür ausgelegt, betriebsfrequente Fehler zu melden und zu erkennen. Dazu wertet sie die ihr vom Detektorteil **3a** zugeführten Informationen über die einzelnen Phasenströme IL1, IL2, IL3 und Phasenspannungen UL1, UL2, UL3 in einer herkömmlichen Weise geeignet aus, wie dem Fachmann geläufig. Bei Erkennung eines betreffenden ein- oder mehrphasigen Fehlers meldet sie diesen als entsprechenden stationären Fehler über ihre Meldemittel **9**, **10**, **11**, wiederum durch einen von den übrigen Meldezuständen verschiedenen Meldezustand.

[0034] Die obige Beschreibung vorteilhafter Realisierungen macht deutlich, dass die erfindungsgemäße Fehlererkennungs- und Fehlermeldeeinrichtung in einer vorteilhaften Weise eine diskriminierende Erkennung und Meldung von transienten Fehlern, darauf basierenden intermittierenden und stationären Fehlern sowie von betriebsfrequenten Fehlern ermöglicht. Dies schafft die Voraussetzung für abgestufte Gegenmaßnahmen je nach erkanntem und gemeldetem Fehlertyp. Zudem ermöglicht die erfindungsgemäße Einrichtung bei entsprechender Auslegung eine richtungsselektive Fehlererkennung, was ebenfalls dazu beiträgt, etwaige Gegenmaßnahmen optimal an den aufgetretenen Fehler anzupassen zu können und dabei insbesondere auch den Fehlerort zu berücksichtigen. Alternativ kann die erfindungsgemäße Einrichtung jedoch auch richtungsunspezifisch betrieben werden, z. B. in Fällen, in denen nur eine der beiden Größen Nullsystemstrom und Nullsystemspannung zur Verfügung steht. So weist beispielsweise bei intermittierenden Fehlerereignissen, die sich noch nicht zu stationären Fehlern entwickelt haben, manchmal nur der Nullsystemstrom und nicht auch die Nullsystemspannung den entsprechend fehlerbehafteten Verlauf auf.

[0035] Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Mittel zur Erkennung transienter Fehler und die Zählmittel in den als Auswerteeinheit fungierenden Mikroprozessor **8** integriert. Es versteht sich, dass in alternativen Ausführungsformen der Erfindung statt eines Mikroprozessors eine andere herkömmliche Auswerteeinheit verwendet werden kann und/oder die Fehlererkennungs- und die Zählmittel als eigenstän-

dige Kornponenten einer entsprechenden Auswerteeinheit realisiert sein können.

[0036] Es versteht sich weiter, dass sich die erfindungsgemäße Einrichtung auch in einem gegenüber dem oben Gesagten beschränkten Funktionsumfang realisieren lässt, beispielsweise als ein System, das nur die diskriminierende Erkennung und Meldung von zwei der drei Fehlertypen transienter Fehler, intermittierender Fehler und stationärer Fehler leistet, wie die diskriminierende Erkennung und Meldung von stationären Fehlern als Fehlermeldungen im Unterschied zu transienten und intermittierenden Fehlern, die als Warnmeldung gemeldet werden. Auch in dieser Systemauslegung ermöglicht die Erfindung noch eine Frühwarnung für drohende stationäre Fehler, so dass geeignete Maßnahmen eingeleitet werden können, bevor ein stationärer Fehler und ein daraus resultierender Netzausfall auftritt.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Erkennung und Meldung von Fehlern im Strom- und/oder Spannungsverlauf einer dreiphasigen Hoch- oder Mittelspannungsleitung (1) eines elektrischen Energieversorgungsnetzes, wobei die Fehler mindestens transiente Fehler umfassen, mit

– einem Detektionsteil (3a) zur Messung des Stroms und/oder der Spannung der mehrphasigen Hoch- oder Mittelspannungsleitung (1) und zur Ermittlung eines Nullsystemstroms (I0) aus dem gemessenen mehrphasigen Strom und/oder einer Nullsystemspannung (U0) aus der gemessenen mehrphasigen Spannung und

– einem Auswerteteil (3b), der zur diskriminierenden Erkennung und Meldung wenigstens zweier unterschiedlicher Fehlertypen ausgelegt ist, die sich in der Häufigkeit aufeinanderfolgender Fehlerereignisse unterscheiden, und der dazu Mittel (8) zur Erkennung eines jeweiligen transienten Fehlerereignisses aus dem ermittelten Nullsystemstrom (I0) und/oder der ermittelten Nullsystemspannung (U0), Mittel zur Erkennung betriebsfrequenter ein- oder mehrphasiger Fehlerereignisse und Mittel zum Melden eines entsprechenden stationären Fehlers sowie Zähl- und Meldemittel (8 bis 11) zum Zählen der erkannten transienten Fehlerereignisse und zum Melden eines jeweiligen Fehlertyps abhängig von einem Zählergebnis der Zählmittel umfasst.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Zähl- und Meldemittel (8 bis 11) dafür ausgelegt sind, die Häufigkeit transienter Fehlerereignisse aus einer gezählten Anzahl von erkannten transienten Fehlerereignissen während einer vorgegebenen Zeitdauer oder aus der Zeitdauer einer gezählten vorgegebenen Anzahl von erkannten transienten Fehlerereignissen zu ermitteln und ab-

hängig von der ermittelten Häufigkeit den jeweiligen Fehlertyp zu melden.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Zähl- und Meldemittel (8 bis 11) dafür ausgelegt sind, die vorgegebene Zeitdauer oder vorgegebene Anzahl variabel einstellbar vorzugeben.

4. Einrichtung nach Anspruch 2 oder 3, weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Zähl- und Meldemittel (8 bis 11) dafür ausgelegt sind, eine Vorwarnmeldung zu erzeugen, wenn die ermittelte Häufigkeit zwischen einem ersten Vorwarn-Schwellwert und einem zweiten Vorwarn-Schwellwert liegt, und/oder eine Warnmeldung zu erzeugen, wenn die ermittelte Häufigkeit zwischen einem ersten Warn-Schwellwert und einem zweiten Warn-Schwellwert liegt, und/oder eine Fehlermeldung zu erzeugen, wenn die ermittelte Häufigkeit zwischen einem ersten Fehler-Schwellwert und einem zweiten Fehler-Schwellwert liegt.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiter dadurch gekennzeichnet, dass der Detektionsteil (3a) phasenselektive Strommesswandler (6) zur Messung des Stroms und/oder phasenselektive kapazitive Spannungsteiler (7) zur Messung der Spannung aufweist.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter dadurch gekennzeichnet, dass der Auswerteteil (3b) zur richtungsselektiven Erkennung wenigstens eines der Fehlertypen ausgelegt ist.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Zähl- und Meldemittel (8 bis 11) eine optische Meldungsanzeigeeinheit (9) und/oder eine schalterbasierte Meldeeinheit (10) und/oder einen Meldedatenbus (11) beinhalten.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, weiter dadurch gekennzeichnet, dass sie zum Einbau in eine Verteilnetzstation des elektrischen Energieversorgungsnetzes ausgelegt ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

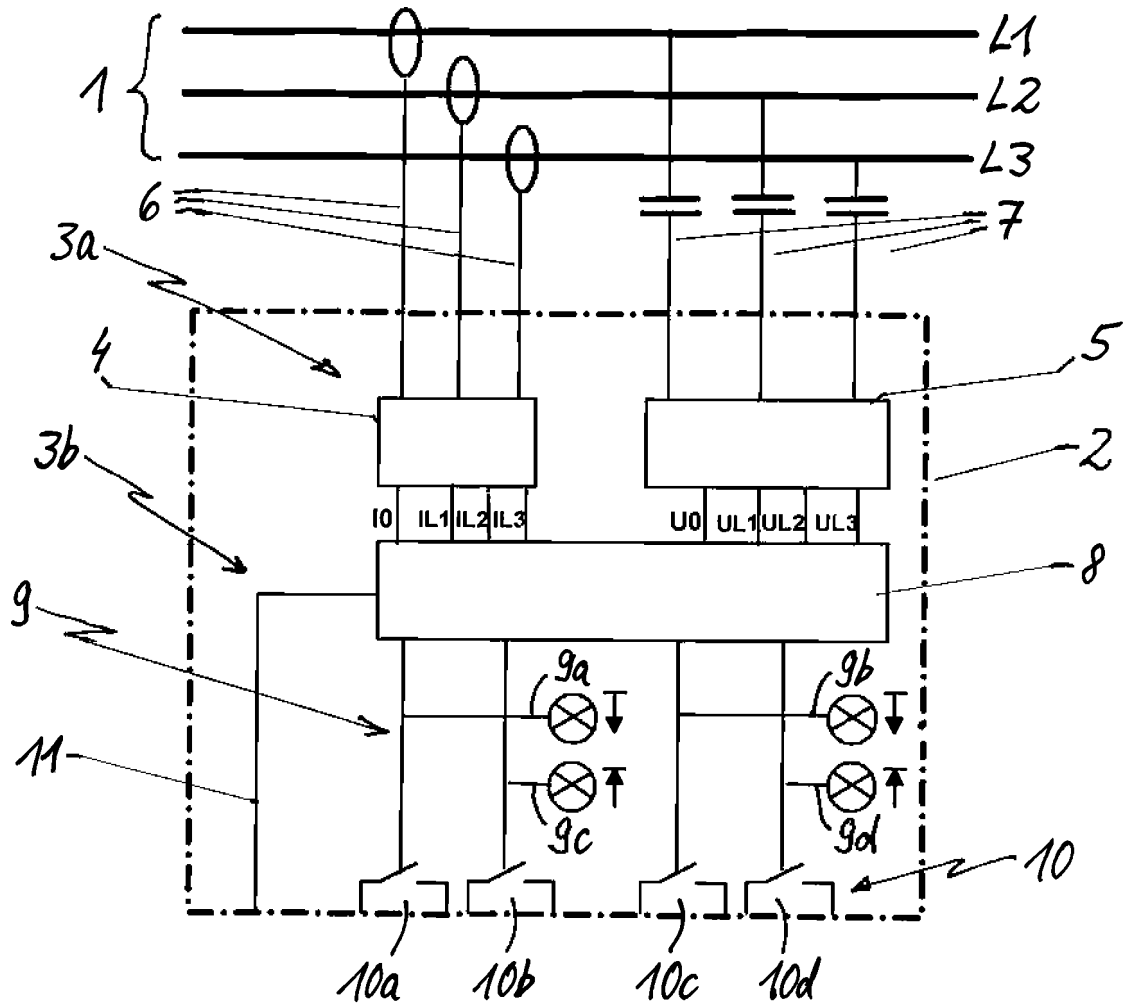


Fig.