

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Februar 2002 (21.02.2002)

PCT

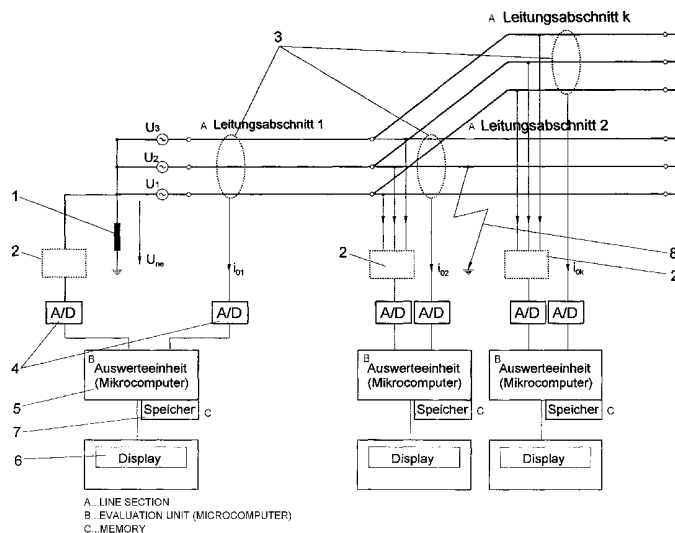
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/15358 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02H 3/38** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ADAPTIVE REGELSYSTEME GESELLSCHAFT M.B.H.** [AT/AT]; Jacob Haringer Strasse 5A, A-5020 Salzburg (AT).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/09055
- (22) Internationales Anmeldedatum: 6. August 2001 (06.08.2001) (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **LEIKERMOSER, Albert** [AT/AT]; Eduard Kuhnstrasse 9, A-5020 Salzburg (AT).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) **Anwalt: VA TECH PATENTE GMBH**; Zusammenschluss Nr. 169, Penzinger Strasse 76, A-1141 Wien (AT).
- (30) **Angaben zur Priorität:**
A 1396/00 11. August 2000 (11.08.2000) AT (81) **Bestimmungsstaaten** (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, A 1495/00 31. August 2000 (31.08.2000) AT

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR LOCALISING SINGLE-POLE EARTH FAULTS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ORTEN VON EINPOLIGEN ERDFEHLERN



(57) **Abstract:** The aim of the invention is to provide a method that can be simply implemented for the reliable localisation of single-pole earth faults in a branch or a line section of a neutral-point compensated or insulated electric supply network, in which a neutral point biasing voltage is measured between the neutral point of the supply transformer and earth, in addition to a zero current of each branch or line section of the network that should be monitored. The aim is primarily achieved as follows: the measured values of the neutral point biasing voltage and the zero currents are digitised at predetermined times and said measured values are stored in digital form in at least one electronic memory. The stored measured values from at least one measuring process before and at least one measuring process after the occurrence of a fault are evaluated using an appropriate mathematic procedure that localises single-pole earth faults.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe ein mit einfachen Mitteln umzusetzendes Verfahren zur zuverlässigen Ortung von einpoligen Erdfehlern in einem Abzweig oder einem Leitungsabschnitt eines sternpunktcompensierten oder sternpunktisolierten elektrischen Versorgungsnetzes, bei welchem eine Sternpunkt-Verlagerungsspannung zwischen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/15358 A1



CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Sternpunkt des Versorgungstransformators und Erde und ein Nullstrom jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes in gemessen werden, anzugeben. Diese Aufgabe wird für das Verfahren vorrangig dadurch gelöst, dass die Messwerte der Sternpunkt-Verlagerungsspannung und der Nullströme zu vorbestimmten Zeitpunkten digitalisiert werden und die Messwerte in digitaler Form in zumindest einen elektronischen Speicher abgelegt werden und dass die gespeicherten Messwerte von zumindest einer Messung vor und zumindest einer Messung nach einem Fehlereintritt mit einem geeigneten mathematischen Verfahren zur Ortung von einpoligen Erdfehlern ausgewertet werden.

Verfahren und Vorrichtung zum Orten von einpoligen Erdfehlern

Die Erfindung beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ausführen des Verfahrens zur Ortung von einpoligen Erdfehlern in einem Abzweig oder einem Leitungsabschnitt eines
5 sternpunkt-kompensierten oder sternpunktisolierten elektrischen Versorgungsnetzes, bei welchem eine Sternpunkt-Verlagerungsspannung zwischen Sternpunkt des Versorgungstransformators und Erde, beziehungsweise eine der Sternpunkt-Verlagerungsspannung proportionale Messgröße, und ein Nullstrom, beziehungsweise eine dem Nullstrom proportionale Messgröße, jedes zu überwachenden Abzweiges oder
10 Leitungsabschnittes des Netzes in einer geeigneten Weise gemessen werden.

Es sind einige Verfahren zur Ortung von einpoligen Erdfehlern in Mittel- und Hochspannungsnetzen bekannt. Die meisten dieser Verfahren verwenden die ohmsche Komponente des Nullstromes, d.h. jene Komponente des Nullstromvektors in Richtung der Sternpunkt-Verlagerungsspannung, zur Ortung von Erdfehlern, da im stationären, d.h.
15 eingeschwungenen, Systemzustand die von den einzelnen Phasen-Erdkapazitäten des Abzweiges verursachten kapazitiven Nullstromkomponenten von den kapazitiven bzw. induktiven Komponenten des eventuell im Nullstrom enthaltenen Fehlerstromes nicht mehr unterscheidbar sind. Allerdings sind diese ohmsche Komponenten sehr klein im Verhältnis zu den kapazitiven und induktiven Anteilen, womit es schwierig wird hochohmige Erdfehler,
20 aufgrund der sehr kleinen ohmschen Nullstromanteile, sicher zu detektieren.

Andere Verfahren verwenden die Phasenbeziehung zwischen Nullstrom und Sternpunkt-Verlagerungsspannung zur Ortung von Erdfehlern, wie beispielsweise die EP 963 025. Hier werden die Nullströme jedes zu überwachenden Abzweiges und die Sternpunkt-Verlagerungsspannung gemessen und anhand der Phasenlage der gemessenen Größen
25 festgestellt ob ein Abzweig fehlerhaft oder fehlerfrei ist.

Die Erfindung stellt sich das Ziel, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, welches mit einfachen Mitteln Erdfehler in Mittel- und Hochspannungsnetzen zuverlässig orten kann.

Diese Aufgabe wird für das Verfahren vorrangig dadurch gelöst, dass die Messwerte der Sternpunkt-Verlagerungsspannung und der Nullströme zu vorbestimmten Zeitpunkten
30 digitalisiert werden und die Messwerte in digitaler Form in zumindest einen elektronischen Speicher abgelegt werden und dass die gespeicherten Messwerte von zumindest einer Messung vor und zumindest einer Messung nach einem Fehlereintritt mit einem geeigneten mathematischen Verfahren zur Ortung von einpoligen Erdfehlern ausgewertet werden. Für

die Vorrichtung wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass zumindest ein Analog/Digital-Wandler vorgesehen ist, der die Messwerte zu bestimmten Zeitpunkten in eine digitale Form umwandelt, dass zumindest ein elektronischer Speicher zum Speichern der digitalisierten Messwerte vorgesehen ist und dass eine Auswerteeinheit vorgesehen ist, die zum Ausführen
 5 eines geeigneten mathematischen Verfahrens zur Ortung von einpoligen Erdfehlern anhand von Messwerten von zumindest einer Messung vor und zumindest einer Messung nach einem Fehlereintritt geeignet ist.

Dadurch, dass die Messwerte in digitaler Form vorliegen und abgespeichert werden, ist es möglich das transiente Einschwingverhalten des Nullstromes und der Sternpunkt-
 10 Verlagerungsspannung nach dem Eintritt eines Erdfehlers zu analysieren. Dieses Verfahren ist in der Lage, die kapazitiven von den induktiven Anteilen der Nullströme der Abzweige oder Leitungsabschnitte des Netzes zu trennen und ist aufgrund dieser Eigenschaft befähigt, Aussagen über die Fehlerhaftigkeit im Zusammenhang mit einpoligen Erdfehlern auf Abzweigen oder Leitungsabschnitten durchzuführen. Da diese kapazitiven und induktiven
 15 Nullstromanteile sehr viel größer sind wie die ohmschen Nullstromanteile erlaubt diese Methode eine besonders sensible und zuverlässige Ortung von Erdfehlern.

Als ganz besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn der funktionelle Zusammenhang des Verhaltens des Nullstromes $i_0^{(k)}$ jedes zu überwachenden Abzweiges oder
 Leitungsabschnittes k des Netzes und der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} sowohl
 20 für den Fall der Fehlerfreiheit, als auch für den Fehlerfall durch eine lineare Differentialgleichung oder Differenzgleichung zweiter oder höherer Ordnung, beziehungsweise durch deren zugehörige äquivalente Gleichung in integraler Form, vorzugsweise in deren numerischer Schreibweise

$$S_i(n) = a_1 S_1(n) + a_2 S_2(n) + a_3 S_3(n) [+ \dots + a_m S_m(n)]$$
, beschrieben wird. Dadurch, dass sich der
 25 Fehlerfall vom Fall der Fehlerfreiheit nur durch die Koeffizienten der Differentialgleichung unterscheidet, kann durch Bestimmen dieser Koeffizienten sehr einfach ein fehlerhafter Abzweig geortet werden.

Das Verfahren kann vereinfacht werden, indem die Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} und die Nullströme $i_0^{(k)}$ zu äquidistanten Zeitpunkten T , entsprechend einer vorgegebenen
 30 Abtastfrequenz f_A , mit $T = \frac{1}{f_A}$, gemessen werden und die Abtastfrequenz f_A so gewählt wird, dass sie einem ganzzahligen Vielfachen der Netzfrequenz f_N entspricht.

Besonders vorteilhaft für das weitere Verfahren ist es, kontinuierlich aus den momentanen Messwerten, zum Zeitpunkt nT , und den entsprechenden gespeicherten Messwerten einer

ganzahligen Anzahl j vorhergehender Netzperioden der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} und der Nullströme $i_0^{(k)}$ je ein Differenzwert für den Nullstrom $\Delta i^{(k)}(n)$ jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes und der Sternpunkt-Verlagerungsspannung $\Delta u(n)$ zu bilden und diese Differenzwerte in digitaler Form in elektronischen Speichern abzulegen, da diese Differenzwerte dann für eine weitere Verwendung zur Verfügung gestellt werden können. Diese Differenzbildung hat den Zweck, von den im Fehlerfall entstehenden transienten Signalen den stationären Signalanteil vor Fehlereintritt in Abzug zu bringen.

Ein vereinfachtes Verfahren sieht vor, dass der Differenzwert für den Nullstrom $\Delta i^{(k)}(n)$ jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes und/oder der Differenzwert für die Sternpunkt-Verlagerungsspannung $\Delta u(n)$ gleich der momentanen Messwerte der Nullströme $i_0^{(k)}$ bzw. der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} zum Zeitpunkt nT gesetzt werden. Dadurch sinkt zwar die Genauigkeit des Verfahrens, sodass dieses vereinfachte Verfahren zur Ortung von hochohmigen Erdfehlern weniger gut geeignet ist. Jedoch ist im Falle eines Erdfehlers der stationäre Signalanteil relativ zum momentanen Messwert relativ klein, sodass vor allem zur Ortung von nieder- oder mittelohmigen Erdfehlern von einer Subtraktion des stationären Signalanteils abgesehen werden kann. Bei der Anwendung dieses vereinfachten Verfahrens ist auch nicht mehr zwingenderweise notwendig die Abtastfrequenz f_A als ein ganzzahliges Vielfaches der Netzfrequenz f_N zu wählen. Im Folgenden sind daher bei der Behandlung von Differenzwerten sowohl das weiter oben beschriebene Verfahren als auch das vereinfachte Verfahren mit der jeweiligen Definition der Differenzwerte umfasst.

Werden die Absolutbeträge der Momentanwerte der Differenzwerte $\Delta i^{(k)}(n)$ jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes und $\Delta u(n)$ mit vordefinierten Triggerschwellen verglichen, kann sehr einfach ein Fehlerzustand des Netzes erkannt werden, wenn durch einen oder mehreren der Absolutbeträge der Differenzwerte die zugehörige Triggerschwelle hintereinanderfolgend für eine vordefinierte Anzahl überschritten wird und/oder die Absolutbeträge der Momentanwerte der Sternpunkt-Verlagerungsspannung $U_{ne}(n)$ eine vordefinierte Triggerschwelle hintereinanderfolgend für eine vordefinierte Anzahl überschreiten. Besonders vorteilhaft ist es diesen Fehlereintritt an einer Ausgabeeinheit, beispielsweise ein Ausgabekontakt oder ein elektronisches Display anzuzeigen.

Die Auswertung der Differentialgleichung kann sehr einfach numerisch durchgeführt werden, wenn aus den gespeicherten Differenzwerten $\Delta i^{(k)}(n)$ und $\Delta u(n)$ mit Hilfe einer beliebigen numerischen Integrationsmethode, beispielsweise der Trapezregel, der Simpsonregel, oder einem numerischen Integrationsverfahren höherer Ordnung, die Wertefolgen

- 5 $S_i(n), S_1(n), S_2(n)$ und $S_3(n)$, wobei der Index n den Wert der jeweiligen Wertefolge zum Zeitpunkt nT und der Index 0 den Zeitpunkt des Fehlereintrittes bezeichnet, der vier Funktionen $S_i(t), S_1(t), S_2(t)$ und $S_3(t)$ ermittelt werden. Diese berechneten Wertefolgen werden für die weitere Verwendung sinnvollerweise abgespeichert.

- Die Analyse des Fehlerzustandes des Netzes lässt sich ganz besonders einfach mithilfe dieser linearen Differentialgleichung beziehungsweise Differenzgleichung zweiter Ordnung durch Bestimmung ihrer konstanten Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 , bis gegebenenfalls a_m , durchführen, wenn man dafür die Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 durch eine beliebige Methode, vorzugsweise durch eine Methode im Zeitbereich, oder im Bildbereich einer beliebigen Transformation, beispielsweise der Z-Transformation, so bestimmt, dass die
- 15 Differentialgleichung oder Differenzgleichung bzw. eine äquivalente Gleichung in integraler Form für den funktionellen Zusammenhang von Nullstrom $i_0^{(k)}$ eines überwachten Abzweiges oder Leitungsabschnittes k und der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} bestmöglich erfüllt wird. Ein besonders einfaches und schnell durchführbares Verfahren erhält man, wenn für zumindest einen zu überwachenden Abzweig oder Leitungsabschnitt des Netzes die
- 20 Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 aus einem linearen Gleichungssystem dritter Ordnung, $\underline{C} \cdot \underline{a} = \underline{b}$, berechnet werden.

- Besonders einfache und schnell durchführbare Fehlererkennungskriterien ergeben sich durch Analyse der Koeffizienten in der Art, dass ein überwachter Leitungsabschnitt oder Abzweig als fehlerhaft erkannt wird, wenn die zugehörigen Koeffizienten a_1 und/oder a_2
- 25 negativ oder kleiner einer vordefinierten Schwelle sind und als fehlerfrei erkannt wird, wenn die zugehörigen Koeffizienten a_1 und/oder a_2 positiv oder größer einer vordefinierten Schwelle sind und dass a_3 in einen sternpunktisolierten Netz null wird. Außerdem kann sehr einfach eine fälschlicherweise als Fehler detektierte Schalthandlung als ein Zuschalten oder Wegschalten eines Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes erkannt werden, wenn
- 30 alle Messwerte U_{ne} und $i_0^{(k)}$ dieses Abzweiges oder Leitungsabschnittes vor beziehungsweise nach dem Zeitpunkt der Schalthandlung im Wesentlichen Null sind.

Das Ende des Fehlerzustandes im Netz kann sehr einfach erkannt werden, wenn der Effektivwert oder Absolutbetrag der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} eine

vordefinierte Fehlerfrei-Schwelle für eine vorgegebene Zeit unterschreitet und es ist vorteilhaft nach dem Erkennen des Endes des Fehlerzustandes das Verfahren fortzusetzen.

Eine wesentliche Vereinfachung des Verfahrens ergibt sich, wenn die digitalisierten Messwerte der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} und der Nullströme $i_0^{(k)}$ sequentiell in

5 je einen, vorzugsweise ringförmig organisierten, elektronischen Speicher der Länge M abgelegt werden, da dann bestimmte Messwerte besonders einfach wieder aufgefunden werden können. Außerdem werden durch den ringförmigen Speicher nur eine begrenzte Anzahl von Messwerten abgespeichert, wodurch Speicherplatz eingespart werden kann. Wird zusätzlich noch die Länge M des ringförmigen Speichers so gewählt, dass sie einem
10 ganzzahligen Vielfachen des Quotienten aus Abtastfrequenz f_A und Netzfrequenz f_N entspricht, lassen sich die Messwerte vorangegangener Perioden besonders leicht im Speicher auffinden.

Die weitere Verwendung der berechneten Differenzwerte wird vereinfacht, wenn die berechneten Differenzwerte $\Delta i^{(k)}(n)$ und $\Delta u(n)$ sequentiell in, vorzugsweise ringförmig
15 organisierten, elektronischen Speichern der Länge N abgelegt werden und die Länge N kleiner oder gleich als die Länge M gewählt wird, da dann bestimmte Differenzwerte wieder sehr leicht aufzufinden sind.

Die Auswertung der Messwerte und der Differenzwerte vereinfacht sich, wenn nach dem Erkennen eines Fehlerzustandes nur noch genau N Differenzwerte $\Delta i^{(k)}(n)$ und $\Delta u(n)$ der
20 Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} und der Nullströme $i_0^{(k)}$ gebildet und abgespeichert werden und danach die Messwernerfassung und die Differenzwertbildung bis zur Erkennung des Endes des Fehlerzustandes unterbrochen wird. Dadurch stellt man sicher, dass die transienten Änderungen der gemessenen Größen nach einem Fehlereintritt nicht überschrieben werden, also gespeichert bleiben und somit eine Analyse des
25 Fehlerzustandes ermöglicht wird.

Setzt man als Auswerteeinheit einen Mikroprozessor ein, erhält man eine besonders flexible Ausführungsvariante. Es kann dadurch sehr einfach die Methode zur Ortung von Erdfehlern angepasst oder sogar verändert werden.

Die Erfindung wird anhand der folgenden Erläuterungen unter Bezugnahme auf die
30 begleitenden beispielhaften und nicht einschränkenden Zeichnungen Fig. 1 und Fig. 2 näher beschrieben. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 das elektrische Ersatzschaltbild des Nullsystems und eines Abzweiges eines sternpunktcompensierten Netzes,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Messwerterfassung und Auswertung.

In Fig. 1 ist das bekannte elektrische Ersatzschaltbild eines Leitungsabschnittes eines
 5 sternpunktcompensierten elektrischen Versorgungsnetzes dargestellt. Zwischen dem
 Transformatorsternpunkt und dem Erdungspunkt befindet sich eine Löschspule 1, die durch
 einen ohmschen Leitwert g_L und einer Induktivität L beschrieben wird. Im Fall eines
 sternpunktisolierten Netzes ist g_L und der Kehrwert von L gleich Null. Die
 Streuinduktivitäten sowie die ohmschen Widerstände der Sekundärwicklung des
 10 Speisetransformators werden durch die für alle drei Phasen als gleich groß angenommenen
 Längsimpedanzen Z_{LT} repräsentiert. In das Netz, hier bestehend aus nur einem
 Leitungsabschnitt, werden die Phasenspannungen U_1 , U_2 und U_3 eingespeist und es
 fließen die Phasenströme i_1 , i_2 und i_3 . Zwischen den drei Phasen und der Erde liegen die
 Phasen-Erdspannungen U_{1E} , U_{2E} und U_{3E} an.

15 Ein Leitungsabschnitt wird, wie für den betrachteten Frequenzbereich von $<100\text{Hz}$ zulässig,
 durch Leitungslängsimpedanzen Z_{LL} , bestehend aus einem ohmschen und einem
 induktiven Term, und Leitungsableitadmittanzen Y_{A1} , Y_{A2} und Y_{A3} , bestehend aus einem
 ohmschen und einem kapazitiven Term, beschrieben. Über die Leitungsableitadmittanzen
 Y_{A1} , Y_{A2} und Y_{A3} fließen die Ableitströme i_{A1} , i_{A2} und i_{A3} . Eine Fehlerstelle 8 wird durch
 20 einen ohmschen Widerstand R_F repräsentiert und es fließt der Fehlerstrom i_F . Die
 Ableitströme i_{A1} , i_{A2} und i_{A3} und der Fehlerstrom i_F fließen als Nullstrom i_0 dieses
 Leitungsabschnittes im sternpunktcompensierten Fall über die Löschspule zum
 Transformatorsternpunkt zurück, während im Fall des sternpunktisolierten Netzbetriebes die
 Ableitströme über die Fehlerstelle zurückfließen müssen. Am Erdungspunkt der Löschspule
 25 vereinigen sich die Nullströme aller vorhandenen Leitungsabschnitte zur Summe der
 Nullströme i_{0S} . Verbraucherseitig, repräsentiert durch Verbraucherimpedanzen Z_V fließen
 die Verbraucherströme i_{V1} , i_{V2} und i_{V3} .

Dieses Ersatzschaltbild wird zur Herleitung von für das erfindungsgemäße Verfahren
 wichtigen Beziehungen verwendet.

30 Zu den folgenden Erläuterungen sei vorab angemerkt, dass sich die nachfolgenden Formeln,
 wenn nicht anders angemerkt, auf die Laplacetransformierten der jeweiligen elektrischen
 Größen beziehen, die vorkommenden elektrischen Größen zwecks Vereinfachung der

Schreibweise jedoch nicht explizit als Funktion der komplexen Frequenzvariablen s geschrieben werden, also wird beispielsweise $U_{ne}(s)$ mit U_{ne} bezeichnet.

Wie aus dem elektrischen Ersatzschaltbild Fig. 1 entnommen werden kann, ergibt sich der Nullstrom i_0 eines beliebigen Abzweiges als sehr gute Näherung aus der Beziehung

$$5 \quad i_0 = U_{ne} \cdot Y + i_f + i_v,$$

mit der Erdadmittanz $Y = (Y_{A1} + Y_{A2} + Y_{A3})$, dem Verlagerungsstrom, bzw. Unsymmetriestrom, $i_v = (U_1 \cdot \Delta Y_{A1} + U_2 \cdot \Delta Y_{A2} + U_3 \cdot \Delta Y_{A3})$, wobei die Terme ΔY_{Ai} die Unsymmetrie der Erdadmittanzen beschreiben, und dem im Fehlerfall vorhandenen Fehlerstrom i_f .

Für die Erdadmittanz Y eines Abzweiges oder Leitungsabschnittes k genügt es im
10 betrachteten Frequenzbereich (<100Hz) in hinreichender Genauigkeit Y durch eine Parallelschaltung der Summe der einzelnen Phasen-Erdkapazitäten C und der Summe der ohmschen Leitwerte g der drei Phasen gegen Erde zu repräsentieren.

$$Y^{(k)} = g^{(k)} + C^{(k)} \cdot s$$

Für die Summe der Nullströme aller Abzweige i_{0S} gilt dann unter Voraussetzung, dass nur in
15 einem der Abzweige ein Fehlerstrom vorhanden ist,

$$i_{0S} = U_{ne} \cdot Y_S + i_f + i_{vS},$$

wobei Y_S die Summe der Erdadmittanzen aller Abzweige und i_{vS} die Summe der Verlagerungsströme aller Abzweige bezeichnet. Gemäß der Beziehung für die Erdadmittanz Y eines Abzweiges folgt durch Summenbildung, mit dem Summenleitwert g_S aller
20 Abzweige und der Summenkapazität C_S aller Abzweige,

$$Y_S = g_S + C_S \cdot s.$$

Die Nullströme aller Abzweige i_{0S} fließen dabei im sternpunktcompensierten Netzbetrieb über die Löschspule zum Transformatorsternpunkt zurück, wodurch folgende Beziehung aufgestellt werden kann.

$$25 \quad i_{0S} = -U_{ne} \cdot Y_L$$

Y_L ist die Admittanz vom Erdungspunkt der Löschspule bis zum Transformatorsternpunkt und setzt sich aus einem ohmschen Leitwert g_L und der Induktivität L der Löschspule zusammen. Im Fall des sternpunktisolierten Netzzustandes ist Y_L gleich null

$$Y_L = g_L + \frac{1}{L \cdot s}$$

- 5 Durch Gleichsetzen der obigen Gleichungen für den Summennullstrom i_{0s} erhält man eine Beziehung für die Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} .

$$U_{ne} = -\frac{i_{vs} + i_f}{Y_s + Y_L}$$

- Sei jetzt per Definition das Gesamtnetz während des mit Index (1) gekennzeichneten Zeitpunktes fehlerfrei und der Erdfehlerfall durch den Index (2) gekennzeichnet, dann gelten unter der Voraussetzung, dass sich die ohmschen Ableitungen, die Kapazitäten und die Induktivität der Löschspule 1 während dieser beiden Messzyklen nicht geändert haben und außerdem die natürlichen Verlagerungsströme aller Abzweige gleich geblieben sind unter Berücksichtigung der obigen Herleitungen die folgenden Beziehungen für die Sternpunkt-Verlagerungsspannung und die Nullströme eines Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes.
- 10
- 15

$$U_{ne}^{(1)} = -\frac{i_{vs}}{Y_s + Y_L} \qquad i_0^{(1)} = U_{ne}^{(1)} \cdot Y + i_v$$

$$U_{ne}^{(2)} = -\frac{i_{vs} + i_f^{(2)}}{Y_s + Y_L} \qquad i_0^{(2)} = U_{ne}^{(2)} \cdot Y + i_v + i_f$$

Durch elementare Umformung dieser Gleichungen erhält man unmittelbar einen Zusammenhang zwischen den Differenzen der Sternpunkt-Verlagerungsspannungen und der Nullströme vor und nach einem Fehlerfall eines beliebigen Abzweiges k.

20

$$(i_0^{(2)} - i_0^{(1)}) = F(s) \cdot (U_{ne}^{(2)} - U_{ne}^{(1)})$$

oder

$$\Delta i(s) = F(s) \cdot \Delta u(s)$$

Die Übertragungsfunktion $F(s)$ ist dabei für einen fehlerhaften Abzweig durch

$$F(s) = (Y - Y_S - Y_L) = a_1 + a_2 \cdot s + \frac{a_3}{s}$$

mit :

$$a_1 = g^{(k)} - g_S - g_L$$

$$a_2 = C^{(k)} - C_S$$

$$a_3 = -\frac{1}{L}$$

und für einen fehlerfreien Abzweig durch

$$F(s) = Y = a_1 + a_2 \cdot s$$

mit :

$$a_1 = g^{(k)}$$

$$a_2 = C^{(k)}$$

gegeben. Durch entsprechende andere Annahmen und Erweiterungen des Modells bei der
 5 Herleitung des obigen Zusammenhanges ist es natürlich auch möglich, Differential- bzw.
 Differenzgleichungen höherer Ordnungen, beziehungsweise in äquivalenter integraler
 Form, $S_i(n) = a_1 S_1(n) + a_2 S_2(n) + a_3 S_3(n) + \dots + a_m S_m(n)$, zu erhalten und die weiteren
 Auswertungen anhand dieser Gleichungen durchzuführen.

Wie man sieht, unterscheidet sich die Übertragungsfunktion $F(s)$ für den fehlerfreien Fall
 10 vom Fehlerfall nur durch die Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 . Dadurch ist es möglich aufgrund
 der Werte der Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 Aussagen darüber zu treffen, ob ein Abschnitt k
 des Netzes fehlerfrei oder fehlerbehaftet ist, da direkt einsichtlich folgendes gelten muss.

$a_1, a_2 < 0 \Rightarrow$ der betrachtete Abschnitt k des Netzes ist fehlerhaft, da von dem
 abzweigspezifischen Leitwert $g^{(k)}$ und der abzweigspezifischen Kapazität $C^{(k)}$ zumindest
 15 jene des Gesamtnetzes abgezogen werden.

$a_1, a_2 > 0 \Rightarrow$ der betrachtete Abschnitt k des Netzes ist fehlerfrei, da nur der
 abzweigspezifische Leitwert $g^{(k)}$ und die abzweigspezifische Kapazität $C^{(k)}$ vorkommen.

$a_3 = 0 \Rightarrow$ das Netz wird sternpunktisoliert betrieben.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Ortung eines einpoligen Erdfehlers reduziert sich also
 20 auf die Bestimmung der Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 aus dem Gleichungssystem

$$\Delta i(s) = \left(a_1 + a_2 \cdot s + \frac{a_3}{s} \right) \cdot \Delta u(s).$$

Bei Kenntnis der Sternpunkt-Verlagerungsspannungsdifferenz Δu und der Nullstromdifferenz Δi als Funktionen der Zeit, können nun mit einem geeigneten Koeffizientenschätzverfahren die drei Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 so bestimmt werden, dass

5 der Gleichungsfehler obiger, in den Zeitbereich rücktransformierter Gleichung im Sinne der Bestapproximation der Summe der Gleichungsfehler über eine Anzahl von Samples im quadratischen Mittel minimiert wird. Diese Aufgabe kann auch durch Anwendung von Methoden im Bildbereich, wie zum Beispiel geeigneten Parameterschätzverfahren auf der Grundlage der z-Transformation oder Bilineartransformation gelöst werden. Natürlich können

10 all diese Methoden auch auf integrale Formen obiger Gleichungen zur Anwendung gebracht werden. Insbesondere wird hier stellvertretend eine Methode zur Bestimmung der Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 vorgestellt.

Die Beziehung zwischen den Nullstromdifferenzen und den Sternpunkt-Verlagerungsspannungsdifferenzen beziehungsweise zwischen den Nullströmen und der

15 Verlagerungsspannung vor und nach dem Eintreten eines Erdfehlers gemäß der obigen Gleichung wird zuerst mit dem Kehrwert der komplexen Frequenzvariable s multipliziert und anschließend in den Zeitbereich zurücktransformiert, wodurch sich im Zeitbereich folgender Zusammenhang ergibt.

$$S_i(t) = a_1 S_1(t) + a_2 S_2(t) + a_3 S_3(t)$$

mit :

$$S_i(t) = \int_0^t \Delta i(\tau) d\tau$$

$$S_1(t) = \int_0^t \Delta u(\tau) d\tau$$

$$S_2(t) = \Delta u(t)$$

$$S_3(t) = \int_0^t \left(\int_0^\sigma \Delta u(\tau) d\tau \right) d\sigma$$

20 Bei der Anwendung von Gleichungen höherer Ordnung, ergeben sich entsprechende weitere Funktionen $S_4(t), \dots, S_m(t)$ und zugehörige Koeffizienten a_4, \dots, a_m , die zur Analyse des Fehlerzustandes entsprechend ausgewertet werden müssen.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden anhand der beispielhaften Fig. 2 beschrieben. Aufgrund der numerischen Funktionsweise des Verfahrens ist es notwendig,

die Zeitfunktionen der Sternpunkt-Verlagerungsspannung $U_{ne}(t)$ sowie des Nullstromes $i_0(t)$ jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes zu äquidistanten Zeitpunkten, entsprechend einer Abtastzeit $T = \frac{1}{f_A}$ mit der Abtastfrequenz f_A , zu digitalisieren und in Form von Messwertfolgen $U_{ne}(nT)$, oder in einfacherer Schreibweise $U_{ne}(n)$, und $i_0(nT)$, oder in einfacherer Schreibweise $i_0(n)$, in einem Speicher 7 zu speichern. Dazu werden die Sternpunkt-Verlagerungsspannung $U_{ne}(n)$, bzw. eine der Sternpunkt-Verlagerungsspannung proportionalen Messgröße, und der Nullstrom $i_0(n)$ jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes mit einer Spannungsmesseinheit 2 beziehungsweise mit Strommeseinheiten 3 gemessen und mittels Analog/Digital-Wandlern 4 digitalisiert. Die Abtastfrequenz f_A wird dabei vorzugsweise als ein ganzzahliges Vielfaches der Netzfrequenz f_N gewählt. Aus diesen Messwertfolgen können nun in einfacher Weise Messwertdifferenzen gebildet werden, wobei immer der gespeicherte Messwert eines ganzzahligen Vielfachen von vorhergehenden Netzfrequenzperioden vom momentanen Messwert abgezogen wird, also im Fehlerfall der Messwert vor dem Eintritt des Fehlers vom Messwert im Fehlerfall, gemäß der oben angeführten Beziehungen, und die so entstehenden Messwertdifferenzfolgen $\Delta u(n)$ und $\Delta i(n)$ ebenfalls abgespeichert werden. Dazu ist es günstig, dass die Speicher 7 als ringförmige Speicher organisiert werden und die Länge der Messwertspeicher M genau einem ganzzahligen Vielfachen des Quotienten aus Abtastfrequenz f_A und Netzfrequenz f_N entspricht, da es dann sehr einfach ist den Messwert eines ganzzahligen Vielfachen einer vorhergehenden Periode aufzufinden. Diese Messwernerfassung wird solange kontinuierlich durchgeführt, bis ein Erdfehler 8 erkannt wird. Dieser Fehlereintritt ist durch eine plötzliche Änderung von $\Delta u(t)$ und/oder $\Delta i(t)$ zu erkennen, da im fehlerfreien stationären Zustand des Netzes beide Größen annähernd Null sein müssen. Zur Erkennung von nieder- oder mittelohmigen Erdfehlern kann das erfindungsgemäße Verfahren statt mit den Differenzwerten $\Delta u(t)$ und $\Delta i(t)$ auch mit den Messwerten Sternpunkt-Verlagerungsspannung $U_{ne}(n)$ und Nullstrom $i_0(n)$ selbst durchgeführt werden. Dabei muss die Abtastfrequenz f_A nicht mehr zwingendermaßen einem ganzzahligen Vielfachen der Netzfrequenz f_N entsprechen.

Bei Fehlereintritt werden die Messwertdifferenzen mit vordefinierten Triggerschwellen verglichen und an der Anzeigeeinrichtung 6 ein Fehler angezeigt, wenn eine vorgegebene Anzahl der Absolutbeträge der Differenzen hintereinanderfolgend die zugehörige Triggerschwelle überschreiten und/oder die Absolutbeträge der Momentanwerte der

Stempunkt-Verlagerungsspannung $U_{ne}(n)$ eine vordefinierte Triggerschwelle hintereinanderfolgend für eine vordefinierte Anzahl überschreiten. Nach dem Erkennen eines Erdfehlers 8 werden noch genau N Differenzen von Messwerten gebildet und abgespeichert, wobei gilt $N < M$.

- 5 Aus diesen N Messwertdifferenzen lassen sich in der Auswerteeinheit 5 die zugehörigen Integrale als Funktion der Zeit durch numerische Integration, z.B. mit Hilfe der Trapez- oder Simpsonregel, in einfacher Weise berechnen. Begonnen wird mit den numerischen Integrationen zum Zeitpunkt $t=0$, also bei Fehlereintritt. Somit reduziert sich das mathematische Problem darauf, mit Hilfe der nun bekannten Funktionen $S_1(t), S_2(t), S_3(t)$
- 10 und $S_i(t)$, bzw. deren numerisch ermittelten Wertefolgen $S_1(n), S_2(n), S_3(n)$ und $S_i(n)$, unter Verwendung der Differentialgleichung bzw. Differenzgleichung 2. Ordnung in deren integralen Form für jeden überwachten Abzweig oder Leitungsabschnitt des Netzes die noch unbekanntenen Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 so zu bestimmen, dass die Gleichheit der linken und rechten Seite der obigen Gleichung über eine vorgegebene Anzahl von Samples
- 15 bestmöglich erfüllt wird. Es lässt sich zeigen, dass sich die Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 aus einem linearen Gleichungssystem dritter Ordnung bestimmen lassen und die so bestimmten Koeffizienten bestapproximierend bezüglich der Minimierung der Summe der Fehlerquadrate der Gleichungsfehler sind. Durch Lösen des linearen Gleichungssystems

$$\underline{\underline{C}} \cdot \underline{a} = \underline{b},$$

- 20 mit einem aus den drei Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 bestehenden Lösungsvektor \underline{a} , einer 3×3 Matrix $\underline{\underline{C}}$ und einem dreidimensionalen Vektor \underline{b} , deren Elemente durch folgende Beziehungen ermittelt werden,

$$c_{kj} = \sum_{n=1}^N S_k(n) \cdot S_j(n) \quad \forall k, j \in \{1, 2, 3\}$$

und

25
$$b_k = \sum_{n=1}^N S_i(n) \cdot S_k(n) \quad \forall k \in \{1, 2, 3\},$$

können nun die drei Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 ermittelt werden.

Die Lösung dieses linearen Gleichungssystems 3. Ordnung, für jeden überwachten Abzweig oder Leitungsabschnitt des Netzes, kann wiederum mit jedem beliebigen bekannten Verfahren gefunden werden und liefert die drei Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 die anschließend

entsprechend der allgemeinen obigen Erläuterungen ausgewertet werden können.

Darüber hinaus können Schalthandlungen im Netz, also das Zuschalten oder Wegschalten eines Abzweiges oder Leitungsabschnittes sehr einfach festgestellt werden, da direkt ersichtlich vor beziehungsweise nach einer Schalthandlung alle Messwerte vorher

5 beziehungsweise nachher im Wesentlichen Null sein müssen. In diesem Fall soll natürlich kein Fehlerzustand angezeigt werden.

Nach der Ortung des Erdfehlers 8 beziehungsweise einer Schalthandlung, also der Zuordnung zu einem bestimmten Abzweig oder Leitungsabschnitt des Netzes, gemäß der zugehörigen Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 , wird das Ende des Fehlerzustandes abgewartet und

10 wieder mit der Messwerterfassung begonnen. Das Ende des Fehlerzustandes erkennt man durch Messung und Überwachung der Sternpunkt-Verlagerungsspannung, wobei die Fehlermeldung zurückgenommen wird, wenn die Sternpunkt-Verlagerungsspannung eine vordefinierte Fehlerfrei-Schwelle unterschreitet.

Die Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist lediglich beispielhaft und in keiner

15 Weise einschränkend. Insbesondere sind alle einem Fachmann bekannten Methoden zur Ermittlung der Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 äquivalent einsetzbar.

Aufgrund der technischen Auslegung der Löserspule ist es möglich, dass während des transienten Einschwingens des Gesamtnetzes nach dem Auftreten eines Erdfehlers in der Löserspule magnetische Sättigungseffekte auftreten, die jedoch im obigen mathematischen

20 Modell nicht berücksichtigt werden. Wie sich leicht zeigen lässt, kann durch die Funktion $S_1(t)$ beziehungsweise $S_1(n)$ der magnetische Sättigungszustand der Löserspule rekonstruiert werden, da aufgrund des Induktionsgesetzes eine Proportionalität zwischen der ersten Ableitung des magnetischen Flusses nach der Zeit und der Spulenspannung, also der

25 Verlagerungsspannung, besteht. Natürlich bleibt diese Proportionalität bis auf eine additive Konstante auch für die zeitlichen Integrale der beiden Größen aufrecht. Also kann davon ausgegangen werden, dass die Änderung des magnetischen Flusses ab den Zeitpunkt des Fehlereintrittes proportional zur Änderung des Verlagerungsspannungsintegrals, also

näherungsweise proportional zur Funktion $S_1(t)$ beziehungsweise $S_1(n)$ ist. Wird nun der Approximationsprozess, beginnend beim Zeitpunkt Null, also bei Fehlereintritt, nur bis zu

30 jenem Zeitpunkt durchgeführt, bei dem der Absolutbetrag der Funktion $S_1(t)$ beziehungsweise $S_1(n)$ größer als eine vordefinierte Sättigungsschwelle wird, so kann davon ausgegangen werden, dass nur die Messwerte jener Prozesszustände zur Auswertung gelangen, bei denen sichergestellt ist, dass die Löserspule nicht magnetisch gesättigt und daher das unterstellte mathematische Modell korrekt ist .

Außerdem liegt es im Bereich der Erfindung anstatt einer lokalen Messwerterfassung und Messwertauswertung für jeden Leitungsabschnitt, wie in Fig. 2 dargestellt, diese zentral an einer beliebigen Stelle des Netzes, anzuordnen, d.h. es ist nur eine Auswerteeinheit, ein Speicher und ein Display vorgesehen. Dabei wird die Sternpunkt-Verlagerungsspannung

5 $U_{ne}(t)$ zum Beispiel am Sternpunkt des Speisetransformators gegen Erde oder durch Summenbildung der drei Phasen – Erdspannungen gemessen und digitalisiert der Auswerteeinheit zugeführt. Die Nullströme werden nach wie vor für jeden Leitungsabschnitt gemessen und beispielsweise digital zur Auswerteeinheit übertragen. Die Auswertung des Zustandes jedes einzelnen erfassten Leitungsabschnittes erfolgt dann nach dem oben

10 beschriebenen Verfahren in der Auswerteeinheit. Ebenso sind natürlich auch beliebige Kombinationen zwischen lokaler und zentraler Messwerterfassung und Messwertauswertung durch die Erfindung erfasst.

Weiters liegt die Anordnung und die Anzahl der verwendeten A/D-Wandler im Ermessen eines Fachmannes. Insbesondere ist es auch denkbar Mikrocomputer mit bereits integrierten

15 A/D-Wandlern zu verwenden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ortung von einpoligen Erdfehlern in einem Abzweig oder einem
Leitungsabschnitt eines sternpunkt kompensierten oder sternpunktisolierten elektrischen
5 Versorgungsnetzes, bei welchem eine Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} ,
beziehungsweise eine der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} proportionale Messgröße,
und ein Nullstrom $i_0^{(k)}$, beziehungsweise eine dem Nullstrom $i_0^{(k)}$ proportionale Messgröße,
jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes k des Netzes in einer
geeigneten Weise gemessen werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messwerte der
10 Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} und der Nullströme $i_0^{(k)}$ zu vorbestimmten
Zeitpunkten digitalisiert werden und die Messwerte in digitaler Form in zumindest einen
elektronischen Speicher abgelegt werden **und dass** die gespeicherten Messwerte von
zumindest einer Messung vor und zumindest einer Messung nach einem Fehlereintritt mit
einem geeigneten mathematischen Verfahren zur Ortung von einpoligen Erdfehlern
15 ausgewertet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der funktionelle
Zusammenhang des Verhaltens von Abzweig- bzw. Leitungsabschnitt-Nullstrom $i_0^{(k)}$ jedes
zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes k des Netzes und der Sternpunkt-
Verlagerungsspannung U_{ne} sowohl für den Fall der Fehlerfreiheit, als auch für den Fehlerfall
20 durch eine lineare Differentialgleichung oder Differenzgleichung zweiter oder höherer
Ordnung, beziehungsweise durch deren zugehörige äquivalente Gleichung in integraler
Form, vorzugsweise in deren numerischer Schreibweise,
$$S_i(n) = a_1 S_1(n) + a_2 S_2(n) + a_3 S_3(n) [+ \dots + a_m S_m(n)]$$

beschrieben wird **und dass** sich der Fehlerfall vom Fall der Fehlerfreiheit nur durch
25 Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 , bis gegebenenfalls a_m , unterscheidet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sternpunkt-
Verlagerungsspannung U_{ne} und die Nullströme $i_0^{(k)}$ zu äquidistanten Zeitpunkten T ,
entsprechend einer vorgegebenen Abtastfrequenz f_A , mit $T = \frac{1}{f_A}$, gemessen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abtastfrequenz f_A
30 so gewählt wird, dass sie einem ganzzahligen Vielfachen der Netzfrequenz f_N entspricht.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** kontinuierlich aus den momentanen Messwerten, zum Zeitpunkt nT , und den entsprechenden gespeicherten Messwerten einer ganzzahligen Anzahl j vorhergehender Netzperioden, der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} und der Nullströme $i_0^{(k)}$ nach den Beziehungen

$$5 \quad \begin{aligned} \Delta i^{(k)}(n) &:= [i_0^{(k)}(n) - i_0^{(k)}(n-m)] \\ \Delta u(n) &:= [U_{ne}(n) - U_{ne}(n-m)] \end{aligned} \quad \text{mit } n \in \{0, 1, 2, \dots, N\} \text{ und } m = j \cdot \left\lfloor \frac{f_A}{f_N} \right\rfloor,$$

je ein Differenzwert für den Nullstrom $\Delta i^{(k)}(n)$ jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes und der Sternpunkt-Verlagerungsspannung $\Delta u(n)$ gebildet wird und diese Differenzwerte in digitaler Form in elektronischen Speichern abgelegt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absolutbeträge der
10 Momentanwerte der Differenzwerte $\Delta i^{(k)}(n)$ jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes und $\Delta u(n)$ mit vordefinierten Triggerschwellen verglichen werden und ein Fehlerzustand im Netz erkannt wird, wenn durch einen oder mehreren der Absolutbeträge der Differenzwerte die zugehörige Triggerschwelle hintereinanderfolgend für eine vordefinierte Anzahl überschritten wird und/oder die Absolutbeträge der Momentanwerte
15 der Sternpunkt-Verlagerungsspannung $U_{ne}(n)$ eine vordefinierte Triggerschwelle hintereinanderfolgend für eine vordefinierte Anzahl überschreiten **und dass** dieser Fehlereintritt an einer Ausgabeeinheit, beispielsweise ein Ausgabekontakt oder ein elektronisches Display, angezeigt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den
20 gespeicherten Differenzwerten $\Delta i^{(k)}(n)$ und $\Delta u(n)$ mit Hilfe einer beliebigen numerischen Integrationsmethode, beispielsweise der Trapezregel, der Simpsonregel, oder einem numerischen Integrationsverfahren höherer Ordnung, die Wertefolgen $S_i(n)$, $S_1(n)$, $S_2(n)$ und $S_3(n)$, bis gegebenenfalls $S_m(n)$, wobei der Index n den Wert der jeweiligen Wertefolge zum Zeitpunkt nT und der Index 0 den Zeitpunkt des Fehlereintrittes bezeichnet, der Funktionen
25 $S_i(t)$, $S_1(t)$, $S_2(t)$ und $S_3(t)$ entsprechend den Beziehungen

$$S_i(t) = \int_0^t \Delta i(\tau) d\tau$$

$$S_1(t) = \int_0^t \Delta u(\tau) d\tau$$

$$S_2(t) = \Delta u(t)$$

$$S_3(t) = \int_0^t \left(\int_0^\sigma \Delta u(\tau) d\tau \right) d\sigma$$

ermittelt und gespeichert werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 , bis gegebenenfalls a_m , durch eine beliebige Methode, vorzugsweise durch eine Methode im Zeitbereich, oder im Bildbereich einer beliebigen Transformation, beispielsweise der Z-Transformation, so bestimmt werden, dass die Differentialgleichung oder Differenzgleichung, bzw. die dazu äquivalente Gleichung in integraler Form, für den funktionellen Zusammenhang von Nullstrom $i_0^{(k)}$ eines überwachten Abzweiges oder Leitungsabschnittes k und der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} für eine vorgegebene Anzahl von Samples bestmöglich erfüllt wird **und dass** die Werte der ermittelten Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 , bis gegebenenfalls a_m , als Fehlererkennungskriterien für den entsprechenden überwachten Abzweig oder Leitungsabschnitt herangezogen werden.

9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** für zumindest einen zu überwachenden Abzweig oder Leitungsabschnitt des Netzes die Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 aus einem linearen Gleichungssystem dritter Ordnung,

$$\underline{\underline{C}} \cdot \underline{a} = \underline{b},$$

mit einem aus den drei Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 bestehenden Lösungsvektor \underline{a} , einer 3x3 Matrix $\underline{\underline{C}}$ und einem dreidimensionalen Vektor \underline{b} , deren Elemente aus den berechneten und

- gespeicherten Wertefolgen $S_i(n)$, $S_1(n)$, $S_2(n)$ und $S_3(n)$ durch folgende Beziehungen ermittelt werden,

$$c_{kj} = \sum_{n=1}^N S_k(n) \cdot S_j(n) \quad \forall k, j \in \{1,2,3\}$$

und

$$b_k = \sum_{n=1}^N S_i(n) \cdot S_k(n) \quad \forall k \in \{1,2,3\},$$

- berechnet werden **und dass** die Werte der so ermittelten Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 als

Fehlererkennungskriterien für den entsprechenden überwachten Abzweig oder Leitungsabschnitt herangezogen werden.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein überwachter Leitungsabschnitt oder Abzweig als fehlerhaft erkannt wird, wenn die zugehörigen
 5 Koeffizienten a_1 und/oder a_2 negativ oder kleiner einer vordefinierten Schwelle sind und als fehlerfrei erkannt wird, wenn die zugehörigen Koeffizienten a_1 und/oder a_2 positiv oder größer einer vordefinierten Schwelle sind **und dass** a_3 in einem sternpunktisolierten Netz null wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der detektierte
 10 Fehlerzustand als ein Zuschalten oder Wegschalten dieses Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes erkannt wird, wenn alle Messwerte U_{ne} und $i_0^{(k)}$ dieses Abzweiges oder Leitungsabschnittes k vor beziehungsweise nach dem Zeitpunkt der Schalthandlung im Wesentlichen Null sind **und dass** in diesem Fall kein Fehlerzustand angezeigt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der
 15 Differenzwert für den Nullstrom $\Delta i^{(k)}(n)$ jedes zu überwachenden Abzweiges und Leitungsabschnittes des Netzes und/oder der Differenzwert für die Sternpunkt-Verlagerungsspannung $\Delta u(n)$ gleich der momentanen Messwerte der Nullströme $i_0^{(k)}$ bzw. der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} zum Zeitpunkt nT gesetzt wird.

$$20 \quad \begin{aligned} \Delta i^{(k)}(n) &:= [i_0^{(k)}(n)] \\ \Delta u(n) &:= [U_{ne}(n)] \end{aligned} \quad \text{mit } n \in \{0, 1, 2, \dots, N\}$$

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ende des Fehlerzustandes im Netz erkannt wird, wenn der Effektivwert oder Absolutbetrag der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} eine vordefinierte Fehlerfrei-Schwelle für eine vorgegebene Zeit unterschreitet.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die digitalisierten Messwerte der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} und der Nullströme $i_0^{(k)}$
 25 sequentiell in je einen, vorzugsweise ringförmig organisierten, elektronischen Speicher der Länge M abgelegt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge M des ringförmigen Speichers so gewählt wird, dass sie einem ganzzahligen Vielfachen des Quotienten aus Abtastfrequenz f_A und Netzfrequenz f_N entspricht.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die berechneten Differenzwerte $\Delta i^{(k)}(n)$ und $\Delta u(n)$ sequentiell in, vorzugsweise ringförmig organisierten, elektronischen Speichern der Länge N abgelegt werden und die Länge N kleiner oder gleich als die Länge M gewählt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Erkennen eines Fehlerzustandes noch genau N Differenzwerte $\Delta i^{(k)}(n)$ und $\Delta u(n)$ der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} und der Nullströme $i_0^{(k)}$ gebildet und abgespeichert werden.
18. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Erkennen eines Fehlerzustandes noch genau N Differenzwerte $\Delta i^{(k)}(n)$ und $\Delta u(n)$ der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} und des Nullstromes $i_0^{(k)}$ gebildet und abgespeichert werden und danach die Messwernerfassung und die Differenzwertbildung bis zur Erkennung des Endes des Fehlerzustandes unterbrochen wird **und dass** das Verfahren nach dem Erkennen des Endes des Fehlerzustandes wieder fortgesetzt wird.
19. Vorrichtung zur Ortung von einpoligen Erdfehlern in einem Abzweig oder einem Leitungsabschnitt eines sternpunkt kompensierten oder sternpunktisolierten elektrischen Versorgungsnetzes, bestehend aus einer Spannungsmesseinheit zum kontinuierlichen Messen der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} , beziehungsweise einer der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} proportionalen Messgröße, sowie für jeden zu überwachenden Abzweig oder Leitungsabschnitt k des Netzes einer Strommeseinheit zum kontinuierlichen Messen des jeweiligen Nullstromes $i_0^{(k)}$, beziehungsweise einer dem Nullstrom $i_0^{(k)}$ proportionalen Messgröße, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Analog/Digital-Wandler vorgesehen ist, der die Messwerte zu bestimmten Zeitpunkten in eine digitale Form umwandelt, **dass** zumindest ein elektronischer Speicher zum Speichern der digitalisierten Messwerte vorgesehen ist **und dass** eine Auswerteeinheit vorgesehen ist, die zum Ausführen eines geeigneten mathematischen Verfahrens zur Ortung von einpoligen Erdfehlern anhand von Messwerten von zumindest einer Messung vor und zumindest einer Messung nach einem Fehlereintritt geeignet ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Auswerteeinheit für jeden zu überwachenden Abzweig oder Leitungsabschnitt k des Netzes die Koeffizienten a_1 , a_2 und a_3 , bis gegebenenfalls a_m , einer linearen Differentialgleichung oder Differenzgleichung zweiter oder höherer Ordnung für den funktionellen
- 5 Zusammenhang zwischen Nullstrom $i_0^{(k)}$ dieses Abzweiges oder Leitungsabschnittes und der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} , beziehungsweise aus deren äquivalenten Gleichung in integraler Form, vorzugsweise in numerischer Schreibweise,
- $$S_i(n) = a_1 S_1(n) + a_2 S_2(n) + a_3 S_3(n) [+ \dots + a_m S_m(n)]$$
- durch eine beliebige Methode, vorzugsweise eine numerische Methode, im Zeitbereich oder
- 10 im Bildbereich einer beliebigen Transformation, beispielsweise der Z-Transformation, berechenbar sind **und dass** mit diesen Koeffizienten der fehlerhafte Abzweig oder Leitungsabschnitt des Netzes bestimmbar ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannungs- und Strommesseinheiten zur Durchführung von Messungen zu äquidistanten
- 15 Zeitpunkten T , mit einer vorgebbaren Abtastfrequenz f_A und $T = \frac{1}{f_A}$, vorgesehen sind.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Spannungs- und Strommesseinheiten als Abtastfrequenz f_A ein ganzzahliges Vielfaches der Netzfrequenz f_N wählbar ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der
- 20 Auswerteeinheit aus den momentanen Messwerten, zum Zeitpunkt nT , und den entsprechenden gespeicherten Messwerten einer ganzzahligen Anzahl j vorhergehender Netzperioden der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} und der Nullströme $i_0^{(k)}$ nach den Beziehungen

$$\begin{aligned} \Delta i^{(k)}(n) &:= [i_0^{(k)}(n) - i_0^{(k)}(n-m)] \\ \Delta u(n) &:= [U_{ne}(n) - U_{ne}(n-m)] \end{aligned} \quad \text{mit } n \in \{0, 1, 2, \dots, N\} \text{ und } m = j \cdot \left| \frac{f_A}{f_N} \right|,$$

- 25 Differenzwerte für die Nullströme $\Delta i^{(k)}(n)$ jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes und die Sternpunkt-Verlagerungsspannung $\Delta u(n)$ berechenbar sind **und dass** diese Differenzwerte in digitaler Form in zumindest einem elektronischen Speichern abspeicherbar sind.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der
- 30 Auswerteeinheit ein Fehlerzustand des Netzes erkennbar und an einer Anzeigeeinheit,

beispielsweise ein Ausgabekontakt oder ein elektronisches Display, anzeigbar ist, wenn die Absolutbeträge der Momentanwerte der Differenzwerte $\Delta i^{(k)}(n)$ und $\Delta u(n)$ vordefinierte Triggerschwellen hintereinanderfolgend für eine vordefinierte Anzahl überschreiten und/oder zusätzlich die Absolutbeträge der Momentanwerte der Sternpunkt-Verlagerungsspannung $U_{ne}(n)$ eine vordefinierte Triggerschwelle hintereinanderfolgend für eine vordefinierte Anzahl überschreiten.

25. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Auswerteeinheit aus den gespeicherten Differenzwerten $\Delta i^{(k)}(n)$ und $\Delta u(n)$ mit Hilfe einer beliebigen numerischen Integrationsmethode, beispielsweise der Trapezregel, der Simpsonregel, oder einem numerischen Integrationsverfahren höherer Ordnung, die Wertefolgen $S_i(n), S_1(n), S_2(n)$ und $S_3(n)$, bis gegebenenfalls $S_m(n)$, wobei der Index n den Wert der jeweiligen Wertefolge zum Zeitpunkt nT und der Index 0 den Zeitpunkt des Fehlereintrittes bezeichnet, der Funktionen $S_i(t), S_1(t), S_2(t)$ und $S_3(t)$ entsprechend den Beziehungen

$$S_i(t) = \int_0^t \Delta i(\tau) d\tau$$

$$S_1(t) = \int_0^t \Delta u(\tau) d\tau$$

$$S_2(t) = \Delta u(t)$$

$$S_3(t) = \int_0^t \left(\int_0^\sigma \Delta u(\tau) d\tau \right) d\sigma$$

berechenbar und speicherbar sind.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Auswerteeinheit für zumindest einen zu überwachenden Abzweig oder Leitungsabschnitt des Netzes die Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 aus einem linearen Gleichungssystem dritter Ordnung, $\underline{C} \cdot \underline{a} = \underline{b}$, mit einem aus den drei Koeffizienten a_1, a_2 und a_3 bestehenden Lösungsvektor \underline{a} , einer 3x3 Matrix \underline{C} und einem dreidimensionalen Vektor \underline{b} , deren Elemente aus den gespeicherten Wertefolgen $S_i(n), S_1(n), S_2(n)$ und $S_3(n)$ durch folgende Beziehungen ermittelbar sind,

$$c_{kj} = \sum_{n=1}^N S_k(n) \cdot S_j(n) \quad \forall k, j \in \{1,2,3\}$$

und

$$b_k = \sum_{n=1}^N S_i(n) \cdot S_k(n) \quad \forall k \in \{1,2,3\},$$

berechenbar sind **und dass** mit diesen Koeffizienten der fehlerhafte Abzweig oder Leitungsabschnitt des Netzes bestimmbar ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Auswerteeinheit ein Abzweig oder Leitungsabschnitt des Netzes als fehlerhaft erkennbar ist, wenn die zugehörigen Koeffizienten a_1 und/oder a_2 negativ oder kleiner einer vorgegebenen Schwelle sind und als fehlerfrei erkennbar sind, wenn die zugehörigen Koeffizienten a_1 und/oder a_2 positiv oder größer einer vorgegebenen Schwelle sind.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Auswerteeinheit ein Zuschalten oder Wegschalten eines Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes erkennbar ist, wenn alle Messwerte U_{ne} und $i_0^{(k)}$ dieses Abzweiges oder Leitungsabschnittes vor beziehungsweise nach dem Zeitpunkt der Schalthandlung im Wesentlichen Null sind.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Differenzwert für den Nullstrom $\Delta i^{(k)}(n)$ jedes zu überwachenden Abzweiges oder Leitungsabschnittes des Netzes und/oder der Differenzwert für die Sternpunkt-Verlagerungsspannung $\Delta u(n)$ gleich der momentanen Messwerte der Nullströme $i_0^{(k)}$ bzw. der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} zum Zeitpunkt nT ist.

$$\begin{aligned} \Delta i^{(k)}(n) &:= [i_0^{(k)}(n)] \\ \Delta u(n) &:= [U_{ne}(n)] \end{aligned} \quad \text{mit } n \in \{0,1,2,\dots,N\}$$

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Auswerteeinheit das Ende des Fehlerzustandes erkennbar ist, wenn der Effektivwert oder der Absolutbetrag der Sternpunkt-Verlagerungsspannung U_{ne} eine vordefinierte Fehlerfrei-Schwelle unterschreitet.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** für zumindest eine zu messende Größe ein, vorzugsweise ringförmig organisierter, elektronischer Speicher der Länge M zum sequentiellen Speichern der digitalisierten Messwerte vorgesehen ist **und dass** als Länge M der Speicher ein ganzzahliges Vielfaches des Quotienten aus Abtastfrequenz f_A und Netzfrequenz f_N wählbar ist.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Differenzwerte zumindest einer zu messenden Größe ein, vorzugsweise ringförmig organisierter, elektronischer Speicher der Länge N zum sequentiellen Speichern der Differenzwerte vorgesehen ist.
- 5 33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit ein Mikroprozessor ist.

Fig. 1

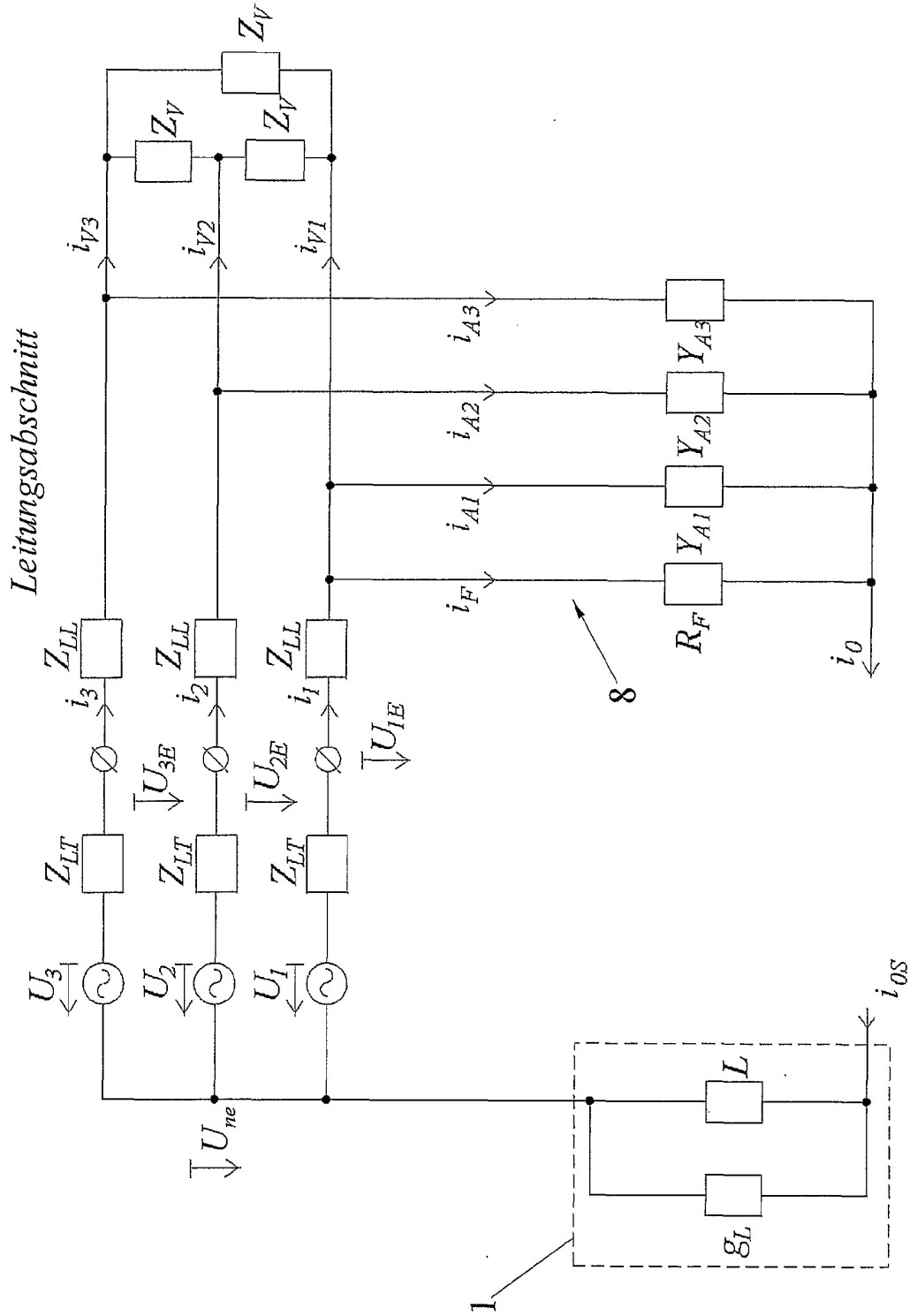
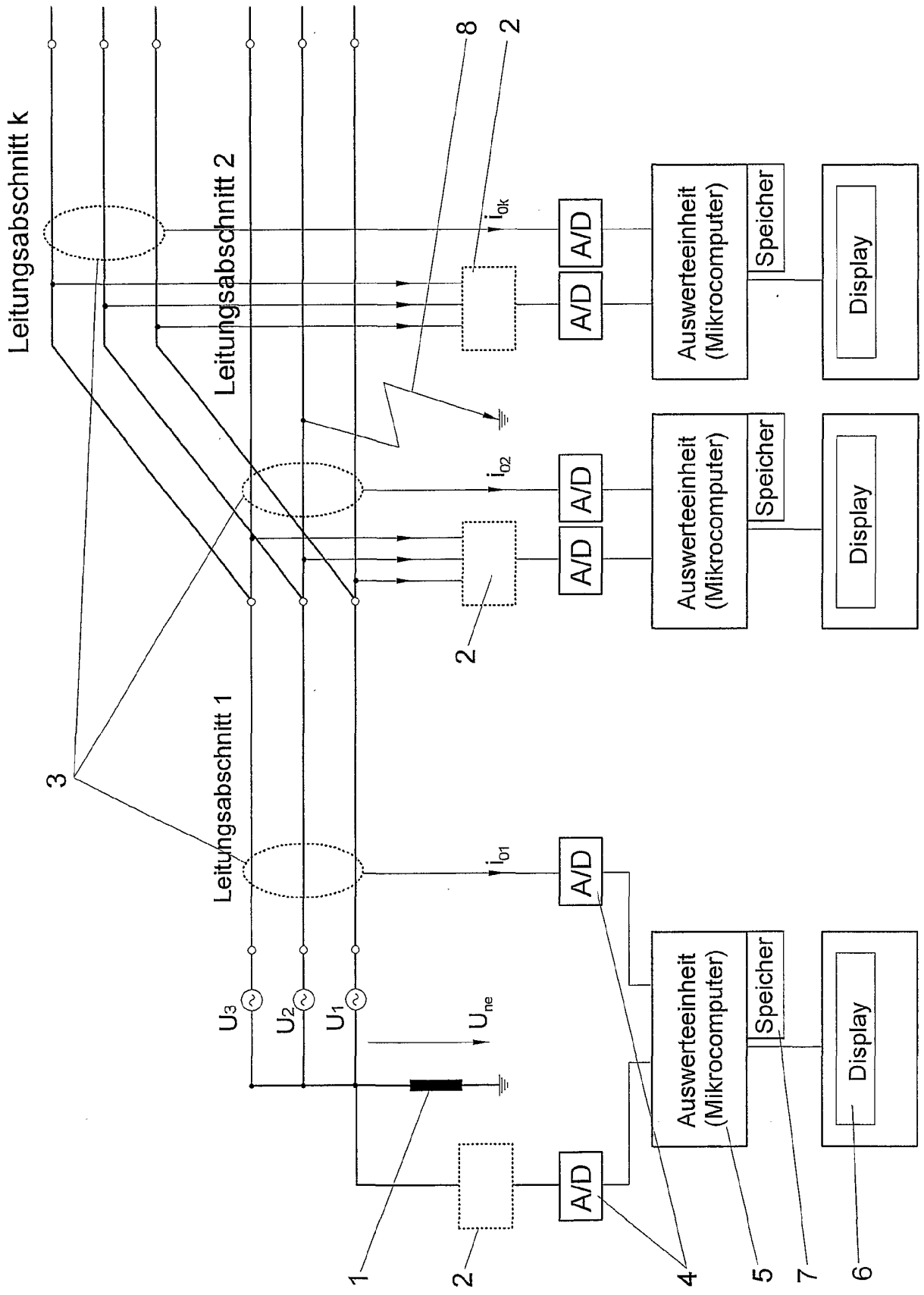


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/09055

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H02H3/38		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H02H		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 963 025 A (ABB SUBSTATION AUTOMATION OY) 8 December 1999 (1999-12-08) cited in the application abstract -----	1, 19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
° Special categories of cited documents :		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 15 November 2001		Date of mailing of the international search report 23/11/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Salm, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/09055

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0963025 A	08-12-1999	FI 981248 A EP 0963025 A2	03-12-1999 08-12-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/09055

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 H02H3/38		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 H02H		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 963 025 A (ABB SUBSTATION AUTOMATION 0Y) 8. Dezember 1999 (1999-12-08) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----	1, 19
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist		
E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)		
O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		
P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist		
X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden		
Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist		
& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
15. November 2001		23/11/2001
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Salm, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/09055

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0963025 A	08-12-1999	FI 981248 A EP 0963025 A2	03-12-1999 08-12-1999