

PATENTSCHRIFT

14 1721

Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11)	141 721	(44)	14.05.80	3(51)	G 01 R 31/08
(21)	AP G 01 R / 211 100	(22)	19.02.79		
(31)	VI-1176	(32)	17.02.78	(33)	HU

(71) siehe (73)

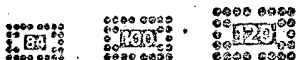
(72) Bendes, Tibor, Dr.; Radvánszki, Ferenc; Tyápai, Elemér;
Weingart, Ferenc, Dr., HU

(73) Villamosenergiaipari Kutató Intézet, Budapest, HU

(74) Patentanwaltsbüro Berlin, 1130 Berlin, Frankfurter Allee 286

(54) Verfahren und Schaltungsanordnung zum Messen der Entfernung
von Fehlerorten

(57) Die erfindungsgemäße Lösung soll praktisch sofort nach dem Eintreten des Fehlers eine genaue Entfernungsangabe liefern, wobei die in den Schutz- und Automatiksystemen verwendeten kurz- und langzeitigen entfernungsbestimmenden Stromkreise zusammengezogen werden können. Erfindungsgemäß wird so vorgegangen, daß man den Differentialquotienten des Stromes nach der Zeit bildet, nach dem Einlaufen der Fehlermeldung die Nulldurchgänge des Stromes überwacht, im Zeitpunkt des zweiten Nulldurchganges den Augenblickswert der Spannung und den Wert des Differentialquotienten des Stromes mißt und aus dem Quotienten dieser beiden Werte die Entfernung zwischen Fehlerstelle und Meßort bestimmt. - Figur -



Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der Entfernung von Fehlerorten in Fernleitungen, bei dem an einem Ende der Fernleitung die Augenblickswerte von Strom und Spannung gemessen werden und beim Auftreten eines Fehlers ein Signal erzeugt wird.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens, bei der an einem Ende der Fernleitung Strom- und Spannungswandler angeordnet sind, an welche sich zwischengeschaltete Meßwandler anschließen und der Ausgang dieser Meßwandler mit dem Eingang eines ein Schutzsignal erzeugenden Anregungselementes verbunden ist. In die Fernleitung ist ein durch ein

Schutz- und Automatiksystem gesteuerter Unterbrecher eingebaut.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Zum entsprechenden Schutz von Fernleitungen werden in bekannter Weise Schutzsysteme verwendet, die an den Enden der Fernleitung angeordnet sind. Obwohl diese Schutzsysteme konstruktiv in unterschiedlicher Weise ausgeführt sein können, haben sich doch zur Zeit bereits bestimmte Schutzbedingungen herausgebildet, und neu zu entwickelnde Schutzsysteme müssen so ausgelegt sein, daß sie diesen Bedingungen maximal entsprechen. Von den bestehenden Schutzbedingungen sollen hier ohne Anspruch auf Vollständigkeit nur diejenigen genannt werden, deren Erfüllung eng mit dem Grundgedanken der Erfindung zusammenhängt.

Wenn in der Fernleitung ein Kurzschluß oder ein anderer Schaden auftritt, muß der entsprechende Abschnitt abgeschaltet werden. Die Stromkreise der Schutzeinrichtung überwachen daher nicht nur das Auftreten des Fehlers, sondern auch dessen Ort.

Eine bestimmte Zeit nach dem Abschalten der fehlerhaften Fernleitung muß versucht werden, die Leitung wieder einzuschalten, weil der Kurzschlußbogen nach dem Abschalten mit großer Wahrscheinlichkeit erlischt und die Fernleitung erneut benutzt werden kann. Es ist zweckmäßig, wenn der Versuch des Wiedereinschaltens von demjenigen Schutzsystem vorgenommen wird, welches weiter von der Fehlerstelle entfernt ist.

Es ist bekannt, daß die Arbeit der Entstörung um so leichter ist, je genauer die Fehlerstelle bestimmt werden kann, weil in diesem Falle die Suche der fehlerhaften Stelle verhältnismäßig wenig Zeit in Anspruch nimmt.

Bei den bekannten Lösungen wird die Messung der Fehlerstelle auf die Messung unterschiedlicher Fernleitungsparameter zurückgeführt, und mit diesem Verfahren konnte die Entfernung der Fehlerstelle innerhalb der zum Eingreifen erforderlichen kurzen Zeitspanne nur mit sehr großer Unsicherheit bestimmt werden. Zum erneuten Einschalten beziehungsweise der Beseitigung des Fehlers wurde die Entfernung der Fehlerstelle mittels langsam arbeitender Methoden mit Hilfe spezieller Schaltungen bestimmt.

Die Messung der Entfernung der Fehlerstelle wird im allgemeinen auf die Bestimmung der Impedanz des Fernleitungsabschnittes zurückgeführt. Diese Messung ist zur Bestimmung der Entfernung nicht ausreichend genau, weil zwischen dem Kurzschlußbogen und dem ohmschen Widerstand der Fernleitung eine Reihenschaltung vorliegt und der Kurzschlußbogen zwar ebenfalls den Charakter eines ohmschen Widerstandes hat, dessen Wert jedoch von den atmosphärischen Verhältnissen und den örtlichen Gegebenheiten abhängt. Infolgedessen hängt die ohmsche Komponente der meßbaren Impedanz außer von der Entfernung noch von mehreren Faktoren ab, wodurch die Entfernungsmessung ungenau wird.

Es wurde bereits vorgeschlagen, die Reaktanz der Fernleitung zu messen, weil die Reaktanz mit der Entfernung der Fehlerstelle zusammenhängt und ihr Wert von den Kurzschlußverhältnissen nur unwesentlich beeinflusst wird.

Die unmittelbare Messung der Reaktanz der Fernleitung wird von den durch diese fließenden starken Strömen und der mehrere Hundert kV betragenden Betriebsspannung erschwert. Würde die Messung jedoch nicht unter den Strom- und Spannungsbedingungen des Kurzschlusses vorgenommen, so kann sich dadurch das Impedanzverhalten der Leitung ändern.

Ziel der Erfindung:

Ziel der Erfindung ist die Ausarbeitung eines Verfahrens und einer Schaltungsanordnung zum Messen der Entfernung von Fehlerstellen in Fernleitungen. Die erfindungsgemäße Lösung soll praktisch sofort nach dem Auftreten des Fehlers eine wertvolle und genaue Entfernungsangabe liefern und es ermöglichen, daß die in den Schutz- und Automatiksystemen verwendeten kurz- und langzeitigen entfernungsbestimmenden Stromkreise zusammengezogen werden können.

Die Erfindung nutzt den Umstand aus, daß der Augenblickswert der Spannung der Fernleitung zum Zeitpunkt des Nulldurchgangs des Stromes nur von der Reaktanz der Fernleitung und der Änderungssteilheit des Stromes bestimmt wird und daraus die gesuchte Reaktanz bestimmt werden kann. Um die störende Wirkung der von dem Kurzschluß ausgelösten, kurzzeitigen transienten Erscheinungen auszuschließen, müssen die Spannung und der Differentialquotient des Stromes nach der Zeit im zweiten Nulldurchgang des Stromes gemessen werden, weil zu diesem Zeitpunkt die transienten Erscheinungen bereits abgelaufen sind.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Gegenstand der Erfindung ist demnach ein Verfahren zur Messung der Entfernung von Fehlerstellen in Fernleitungen, bei dem an einem Ende der Fernleitung die Augenblickswerte von Strom und Spannung gemessen werden und beim Eintreten eines Fehlers ein darauf hinweisendes Signal erzeugt wird. Erfindungsgemäß wird der Differentialquotient des Stromes nach der Zeit gebildet, nach dem Einlaufen der Fehlermeldung werden die Nulldurchgänge des Stromes überwacht, im Zeitpunkt des zweiten Nulldurchganges werden der Augenblickswert der Spannung und der Wert des Differentialquotienten des Stromes gemessen, und

aus dem Quotienten dieser beiden Werte wird die Entfernung zwischen Fehlerstelle und Meßort bestimmt.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im Zeitpunkt des erwähnten zweiten Nulldurchganges die gemessenen Augenblickswerte der Spannung und des Differentialquotienten des Stromes in einem Speicher fixiert.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Schaltung, bei der an einem Ende der Fernleitung Stromwandler und Spannungswandler angeordnet sind, die sich an zwischengeschaltete Meßwandler anschließen, der Ausgang der Meßwandler mit dem Eingang eines ein Schutzsignal erzeugenden Anregungselementes verbunden und in die Fernleitung ein Unterbrecher eingebaut ist, dessen Steuereingang mit einem Schutz- und Automatiksystem verbunden ist. Erfindungsgemäß ist der Ausgang des Anregungselementes mit dem Aktivierungseingang (Enable-Eingang) einer Meßeinheit und dem Eingang einer Zähl- und Anzeigeeinheit verbunden, in der Meßeinheit sind ein Spannungssignalspeicher, ein Speicher für das differenzierte Stromsignal und eine quotientenbildende Einheit und ferner eine die Nulldurchgänge des Stromes überwachende und auf den zweiten Nulldurchgang nach der Erregung des Aktivierungseinganges der Meßeinheit reagierende logische Schaltung enthalten, wobei der Einschreibeeingang des Spannungssignalspeichers mit dem Spannungssignal-Ausgang des Meßwandlers, der Einschreibeeingang des Speichers für das differenzierte Stromsignal über eine Differenzierschaltung mit dem Stromsignalausgang des Meßwandlers verbunden ist, die logische Schaltung sich an die das Einschreiben zulassenden Aktivierungseingänge der Speicher anschließt, die Eingänge der quotientenbildenden Einheit mit den Ausleseleitungen der Speicher verbunden sind, ferner in der Zähl- und Anzeige-

einheit eine das Eingreifen steuernde Einheit und eine Anzeigevorrichtung enthalten sind, und sich der Ausgang der Zähl- und Anzeigeeinheit an den Steuereingang des Schutz- und Automatiksystems anschließt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Schaltung ist zwischen dem Ausgang des Meßwandlers und den Signaleingängen der Meßeinheit ein Schaltelement vorgesehen, dessen Aktivierungseingang mit dem Anregungsausgang des Anregungselementes verbunden ist.

Ausführungsbeispiel:

Die Erfindung wird im folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen mit Hilfe der Zeichnung ausführlich erläutert. In der Zeichnung ist die zu einem Ende der Fernleitung gehörende Schutz- und Automatikschaltung dargestellt.

An die dargestellte Fernleitung 10 schließen sich über Stromwandler 8 und Spannungswandler 9 zwischengeschaltete Meßwandler 1 an. Die zwischengeschalteten Meßwandler 1 stellen auf entsprechend niedrigen Signalpegeln Strom- und Spannungskombinationen her, die für den augenblicklichen elektrischen Zustand der Fernleitung 10 charakteristisch sind. Die Ausgänge der zwischengeschalteten Meßwandler 1 sind einesteils mit einem Anregungselement 2, zum anderen mit den Signaleingängen eines Schaltelementes 3 verbunden. Das Anregungselement 2 überwacht die am Ausgang der zwischengeschalteten Meßwandler 1 erscheinenden Signalkombinationen und ist derart ausgebildet, daß es an seinem Ausgang ein Signal erzeugt, wenn in der Fernleitung 10 ein Kurzschluß oder ein Überstrom auftritt. Das Anregungselement 2 enthält schnelle Überstromrelais oder auf Impedanzverminderung ansprechende Relais. Der Ausgang des Anregungselementes 2 ist einesteils mit dem Anregungseingang des Schaltelementes 3, zum anderen

mit den Anregungseingängen der Meßeinheit 4 und der Zähl- und Anzeigeeinheit 5 verbunden.

Die Meßeinheit 4 enthält einen Spannungssignalspeicher 41, einen Speicher 42 für das differenzierte Stromsignal und eine quotientenbildende Einheit 43. Der Ausgang der Meßeinheit 4 wird von dem Ausgang der quotientenbildenden Einheit 43 gebildet und ist mit dem Signaleingang der Zähl und Anzeigeeinheit 5 verbunden. Die Zähl- und Anzeigeeinheit 5 enthält eine das Eingreifen steuernde Einheit 51, zweckmäßig ein programmierbares Relais, und eine Anzeigevorrichtung 52, ihr Ausgang ist mit dem Steuereingang des Schutz- und Automatiksystems 6 verbunden. Das Schutz- und Automatiksystem 6 löst den Unterbrecher 7 der Fernleitung 10 aus.

Die auf der Zeichnung dargestellte Schaltanordnung arbeitet folgendermaßen. Die Werte von Spannung und Strom der Fernleitung 10 werden über den Stromwandler 8, den Spannungswandler 9 und den zwischengeschalteten Meßwandler 1 von dem Anregungselement 2 ständig überwacht. Wenn die Parameter der Fernleitung 10 die eingestellten Schwellenwerte überschreiten, zum Beispiel bei Eintreten eines Kurzschlusses, so wird dies von dem Anregungselement 2 wahrgenommen, und das Anregungselement 2 stellt über das Schaltelement 3 die Verbindung zwischen den zwischengeschalteten Meßwandlern 1 und den entsprechenden Eingängen der Meßeinheit 4 her. Gleichzeitig aktiviert das Anregungselement 2 die Funktion der Meßeinheit 4 und leitet ein Schutzsignal an die Zähl- und Anzeigeeinheit 5 weiter.

Die Meßeinheit 4 erhält über den zwischengeschalteten Meßwandler 1 praktisch gleichzeitig mit dem Auftreten von Kurzschluß oder Überstrom Kenntnis von den meßbaren Spannungs- und Stromwerten in der Fernleitung 10.

Die Aufgabe der Meßeinheit 4 besteht in der Bestimmung der Entfernung zwischen der Fehlerstelle und dem Ort der Wahrnehmung. Diese Entfernung kann im Sinne der Erfindung dadurch bestimmt werden, daß man die Reaktanz der Fernleitung l_0 in dem Leitungsabschnitt zwischen Fehlerstelle und Meßort mißt. Da die Reaktanz der Fernleitung l_0 induktiven Charakter trägt, besteht zwischen ihrem gemessenen Wert und der Länge des Leitungsabschnittes bis zur Fehlerstelle ein eindeutiger Zusammenhang. Die ohmsche Komponente der Impedanz der Fernleitung wird nicht berücksichtigt, weil sie abhängig von der Art des Fehlers innerhalb weiter Grenzen schwanken kann und die meßbare ohmsche Komponente nicht in den ohmschen Widerstand der Fernleitung und den Widerstand des Kurzschlusses zerlegt werden kann.

Bekanntermaßen ist bei einer Impedanz induktiven Charakters der Augenblickswert der Spannung

$$u = iR + L \frac{di}{dt}$$

worin R der ohmsche Widerstand des Abschnittes, L der Wert der induktiven Reaktanz, u und i die Augenblickswerte von Spannung beziehungsweise Strom sind. Wird der Wert der Spannung im Nulldurchgang des Stromes betrachtet (wo $i = 0$ ist), so ergibt sich

$$u = L \frac{di}{dt}$$

Umgestellt nach der induktiven Reaktanz des untersuchten Teiles der Fernleitung erhält man daraus

$$L = \frac{u}{\frac{di}{dt}} \quad (1)$$

d.h. die gesuchte induktive Reaktanz.

In der Fernleitung 10 treten zu Beginn des Kurzschlusses transiente Erscheinungen auf, die die auf dem obigen Prinzip beruhende Messung erschweren. Zur erfindungsgemäßen Bestimmung der Reaktanz L wird bei Eintreten eines Kurzschlusses der erste Nulldurchgang des Stromes überwacht, jedoch noch keine Messung vorgenommen. Erst im folgenden, zweiten Nulldurchgang werden die Spannung und der Wert des Differentialquotienten des Stromes nach der Zeit gemessen und der Quotient aus diesen beiden Werten gebildet, der gemäß Gleichung (1) gleich der induktiven Reaktanz des Fernleitungsabschnittes bis zum Kurzschluß ist.

Dadurch, daß die Messung um eine Halbperiode, d.h. im Falle der 50 Hz-Netzfrequenz um 10 msec verzögert wird, ist gewährleistet, daß die durch den Kurzschluß hervorgerufenen transienten Erscheinungen bereits abgeklungen sind.

Die in der Zeichnung nicht dargestellte logische Schaltung der Meßeinheit 4 überwacht nach dem Einlaufen des Aktivierungssignals des Anregungselementes 2 die Nulldurchgänge des aus dem zwischengeschalteten Meßwandler 1 ankommenden Stromsignale und gibt im Augenblick des zweiten Nulldurchganges einen Einschreibebefehl an den Spannungssignalspeicher 41 und den Speicher 42 für das differenzierte Stromsignal. Der Einschreibeeingang des Spannungssignalspeichers 41 ist über das Schaltelement 3 mit dem Spannungssignal-Ausgang des zwischengeschalteten Meßwandlers 1 verbunden. Der Einschreibeeingang des Speichers 42 für das differenzierte Stromsignal erhält über die auf der Zeichnung nicht dargestellte logische Schaltung das Stromsignal des zwischengeschalteten Meßwandlers 1. Nachdem das Einschreiben erfolgt ist, setzt die erwähnte logische Schaltung die quotientenbildende Einheit 43 in Funktion. Diese bildet den Quotienten aus den Zahlenwerten der beiden Speicher. Der auf diese Weise erhaltene Quotient

ist der induktiven Reaktanz des Leitungsabschnittes bis zur Fehlerstelle und daher der Länge dieses Abschnittes proportional.

Die Zähl- und Anzeigeeinheit bestimmt aus dem gemessenen Wert der Reaktanz die Entfernung des Kurzschlusses, diese Entfernung wird von der Anzeigevorrichtung 52 angezeigt, und das Schutz- und Automatiksystem 6 wird von der das Eingreifen steuernden Einheit 51 mittels Kombination des von dem Anregungselement 2 erhaltenen Schutzsignals und des Signals der bestimmten Fehlerortentfernung in folgender Weise gesteuert.

Im Falle eines Kurzschlusses schickt das Schutz- und Automatiksystem 6 einen Unterbrechungsbefehl an den Unterbrecher 7, und dieser schaltet den kurzgeschlossenen Abschnitt ab.

Vor dem Abschalten wird jedoch in der beschriebenen Weise die Entfernungsmessung durchgeführt. Die Entfernung bis zu der Fehlerstelle wird in der Zähl- und Anzeigeeinheit 5 gespeichert. Nach einer bestimmten Zeit nach dem Abschalten muß versucht werden, den Leitungsabschnitt wieder einzuschalten. Dies wird von demjenigen Leitungsende aus vorgenommen, welches weiter von der Fehlerstelle entfernt ist. Da dem Schutz- und Automatiksystem 6 durch die Zähl- und Anzeigeeinheit 5 die Entfernung des Kurzschlusses bekannt ist, entscheidet es darüber, ob der Versuch des Wiedereinschaltens von ihm oder von dem Schutz- und Automatiksystem am anderen Ende der Leitung vorgenommen werden muß.

Auf der Zeichnung sind der Einfachheit halber nur eine Meßeinheit 4 und ein zwischengeschalteter Meßwandler 1 dargestellt, für den Fachmann ist jedoch klar, daß diese Geräte für jede Phase getrennt vorgesehen werden müssen,

weil das Schutzsystem in der Lage sein muß, den Fehlerort jeder beliebigen der drei Phasen bestimmen zu können.

Die Schaltung kann dadurch vereinfacht werden, daß mit dem Schaltelement 3 immer die jeweils kurzgeschlossene Phase (bzw. die jeweils kurzgeschlossenen Phasen) an die Meßeinheit 4 geschaltet werden.

Bei Anwendung der erfindungsgemäßen Lösung kann die Entfernung des Fehlerortes sofort ermittelt werden, und für den Entfernungsschutz und das Wiedereinschalten kann eine gemeinsame Meßeinheit benutzt werden.

E r f i n d u n g s a n s p r u c h :

1. Verfahren zur Messung der Entfernung von Fehlerstellen in Fernleitungen, bei dem an einem Ende der Fernleitung die Augenblickswerte von Strom und Spannung gemessen werden und bei Eintreten eines Fehlers ein darauf hinweisendes Signal erzeugt wird, gekennzeichnet dadurch, daß man den Differentialquotienten des Stromes nach der Zeit bildet, nach dem Einlaufen der Fehlermeldung die Nulldurchgänge des Stromes überwacht, im Zeitpunkt des zweiten Nulldurchganges den Augenblickswert der Spannung und den Wert des Differentialquotienten des Stromes mißt und aus dem Quotienten dieser beider Werte die Entfernung zwischen Fehlerstelle und Meßort bestimmt.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß im Zeitpunkt des erwähnten zweiten Nulldurchganges die gemessenen Augenblickswerte der Spannung und des Differentialquotienten des Stromes in einem Speicher fixiert werden.
3. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, bei der an einem Ende der Fernleitung Stromwandler und Spannungswandler angeordnet sind, die sich an zwischengeschaltete Meßwandler anschließen, wobei der Ausgang der Meßwandler mit dem Eingang eines ein Schutzsignal erzeugenden Anregungselementes verbunden und in die Fernleitung ein Unterbrecher eingebaut ist, dessen Steuereingang mit einem Schutz- und Automatiksystem verbunden ist, gekennzeichnet dadurch, daß der Ausgang des Anregungselementes (2) mit dem Aktivierungseingang einer Meßeinheit (4) und dem Eingang einer Zähl- und Anzeigeeinheit (5) verbunden ist, in der Meßeinheit (4) ein Spannungssignalspeicher (41), ein Speicher (42) für das dif-

ferenzierte Stromsignal und eine quotientenbildende Einheit (43)-und ferner eine die Nulldurchgänge des Stromes überwachende und auf den zweiten Nulldurchgang nach der Erregung des Aktivierungseinganges der Meßeinheit (4) reagierende logische Schaltung enthalten sind, wobei der Einschreibeeingang des Spannungssignalspeichers (41) mit dem Spannungssignal-Ausgang des Meßwandlers (1), der Einschreibeeingang des Speichers (42) für das differenzierte Stromsignal über eine differenzierende Schaltung mit dem Stromsignal-Ausgang des Meßwandlers (1) verbunden ist, die logische Schaltung sich an die das Einschreiben zulassenden Aktivierungseingänge der Speicher (41, 42) anschließt, die Eingänge der quotientenbildenden Einheit (43) mit den Ausleseleitungen der Speicher (41, 42) verbunden sind, derner in der Zähl- und Anzeigeeinheit (5) eine das Eingreifen steuernde Einheit (51) und eine Anzeigevorrichtung (52) enthalten sind, und sich der Ausgang der Zähl- und Anzeigeeinheit (5) an den Steuereingang des Schutz- und Automatiksystems (6) anschließt.

4. Schaltungsanordnung nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen den Ausgängen der zwischengeschalteten Meßwandler (1) und den Signaleingängen der Meßeinheit (4) ein Schaltelement (3) vorgesehen ist, dessen Aktivierungseingang mit dem Anregungsausgang des Anregungselementes (2) verbunden ist.

Hierzu / Seite . Zeichnung

