



## Z U S A M M E N F A S S U N G

Bei einem Fehlerstromschutzschalter (1) mit einem Fehlerstromdetektor zur Detektion eines Fehlerstromes innerhalb eines elektrischen Energieversorgungsnetzes und Ausgabe eines analogen Fehlerstromsignals, einem Analog/Digital-Wandler (3) zur Umwandlung des analogen Fehlerstromsignals in ein digitales Fehlerstromsignal, einer ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit (4), und einem Auslöseelement (31) zur wenigstens mittelbaren vorgebbaren Trennung von Trennkontakten (6) in dem elektrischen Energieversorgungsnetz, wobei der Fehlerstromdetektor einen Summenstromwandler (11) mit einer Sekundärwicklung (12) umfasst, wird zur guten Auflösung eines Fehlerstromsignals über einen weiten Dynamikbereich vorgeschlagen, dass wenigstens ein erster Widerstand (13) parallel zu der Sekundärwicklung (12) geschaltet ist, und dass wenigstens ein von der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit (4) gesteuerter erster Schalter (14) zur Überbrückung oder Abschaltung des wenigstens einen ersten Widerstands (13) angeordnet ist.

(Fig. 4)

Die Erfindung betrifft einen Fehlerstromschutzschalter gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Es sind Fehlerstromschutzschalter bekannt, bei welchen ein ermitteltes bzw. detektiertes Fehlerstromsignal mittels eines Analog/Digital-Wandlers digitalisiert, und weiters mit den Mitteln der digitalen Signalverarbeitung weiterverarbeitet und bewertet wird. Nachteilig an derartigen Fehlerstromschutzschaltern ist, dass diese – wenigstens in den tatsächlich umgesetzten Bauformen – die auftretenden Fehlerströme nur sehr ungenügend auflösen. Bei einem Nennfehlerstrom von 30mA ist etwa eine Auflösung von 100µA erforderlich. Mit den heute üblicherweise verwendeten Analog/Digital-Wandlern, welche eine Auflösung von 10Bit bzw. 12Bit aufweisen ist eine derartig feine Auflösung jedoch nur bei deutlicher Beschränkung des maximal auflösbaren Fehlerstromes möglich, weshalb es bei hohen Fehlerströmen zu einem Übersteuern (Clipping) kommt.

Durch den Einsatz höher auflösender Analog/Digital-Wandler, erforderlich wären hier Analog/Digital-Wandler mit einer Auflösung von wenigstens 20Bit oder besser 24Bit, wäre eine Auflösung des Fehlerstromsignals auch bei sehr großen Fehlerströmen, etwa in der Größenordnung einiger zehn bis hundert Ampere möglich. Allerdings stellt dies eine sehr kostenintensive bzw. unwirtschaftliche Lösung dar, da neben den sehr kostenintensiven hoch auflösenden Analog/Digital-Wandlern auch die weiteren Komponenten der digitalen Signalverarbeitung an die auflösungsbedingt hohen Datenraten angepasst sein müssen, wodurch die Kosten weiter steigen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher einen Fehlerstromschutzschalter der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem die genannten Nachteile vermieden werden können, mit welchem eine gute Auflösung eines Fehlerstromsignals über einen weiten Dynamikbereich – unter weitestgehender Vermeidung von Übersteuerung – erzielt werden kann, und welcher geringe Bauteilkosten aufweist.

Erfindungsgemäß wird dies durch die Merkmale des Patentanspruches 1 erreicht.

Dadurch kann ein Fehlerstromsignal über einen weiten Dynamikbereich erfasst und mit der jeweils notwendigen Auflösung detektiert werden, wobei lediglich kostengünstige Bauteile erforderlich sind, und derart die Kosten für einen derartigen Fehlerstromschutzschalter gering gehalten werden können. Dadurch kann die Genauigkeit der

Erfassung eines Fehlerstromes deutlich gesteigert werden, wodurch auch die Qualität einer nachfolgenden digitalen Signalanalyse deutlich verbessert werden kann. Durch die verbesserte Aufnahme des Fehlerstromsignals können Fehlauflösungen des Fehlerstromschutzschalters besser vermieden werden, die Standzeit von Maschinen erhöht und die Gefahr für Lebewesen weiter reduziert werden.

Bisher bekannte Bauformen von Fehlerstromschutzschaltern mit digitaler Signalanalyse werden aufgrund deren hohen Kosten vor allem in Industrieanlagen eingesetzt. Durch den vermehrten Einsatz von Schaltnetzteilen und Phasenanschnittsteuerungen in Wohnbereichen treten immer häufiger hochfrequente Störungen im Energieversorgungsnetz eines solchen Wohnbereichs auf. Durch die gegenständliche Erfindung wird die Verbreitung derartiger Fehlerstromschutzschalter, welche gegenüber bekannten netzspannungsunabhängigen Fehlerstromschutzschaltern deutlich erweiterte Möglichkeiten der Analyse und Bewertung eines Fehlerstromes bzw. eines Fehlerstromsignals aufweisen, auch vermehrt auf den Bereich der Elektroinstallation von Wohnbereichen erweitert.

Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen, in welchen lediglich bevorzugte Ausführungsformen beispielhaft dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen Fehlerstromschutzschalter gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 ein Fehlerstromschutzschalter gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 3 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fehlerstromschutzschalters;

Fig. 4 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fehlerstromschutzschalters;

Fig. 5 eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fehlerstromschutzschalters; und

Fig. 6 eine bevorzugte Ausführungsform einer Steuerelektronik.

Die Fig. 3 bis 5 zeigen einen Fehlerstromschutzschalter 1 mit einer ersten Einheit 2, welche zur Detektion eines Fehlerstromes innerhalb eines elektrischen Energieversorgungsnetzes und Ausgabe eines analogen Fehlerstromsignals ausgebildet ist, einem Analog/Digital-Wandler 3 zur Umwandlung des analogen Fehlerstromsignals in ein digitales Fehlerstromsignal, einer ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4, und einer zweiten Einheit 5 zur vorgebbaren Trennung von Trennkontakten 6 in dem elektrischen

Energieversorgungsnetz, wobei der Fehlerstromschutzschalter 1 erste Mittel 7 zur Anpassung des analogen Fehlerstromsignals an den Analog/Digital-Wandler 3 aufweist.

Dadurch kann ein Fehlerstromsignal über einen weiten Dynamikbereich erfasst und mit der jeweils notwendigen Auflösung detektiert werden, wobei lediglich kostengünstige Bauteile erforderlich sind, und derart die Kosten für einen derartigen Fehlerstromschutzschalter 1 gering gehalten werden können. Dadurch kann die Genauigkeit der Erfassung eines Fehlerstromes deutlich gesteigert werden, wodurch auch die Qualität einer nachfolgenden digitalen Signalanalyse deutlich verbessert werden kann. Durch die verbesserte Aufnahme des Fehlerstromsignals können Fehlauflösungen des Fehlerstromschutzschalters 1 besser vermieden werden, die Standzeit von Maschinen erhöht und die Gefahr für Lebewesen weiter reduziert werden.

Bisher bekannte Bauformen von Fehlerstromschutzschaltern 1 mit digitaler Signalanalyse werden aufgrund deren hohen Kosten vor allem in Industrieanlagen eingesetzt. Durch den vermehrten Einsatz von Schaltnetzteilen und Phasenanschnittsteuerungen in Wohnbereichen treten immer häufiger hochfrequente Störungen im Energieversorgungsnetz eines solchen Wohnbereichs auf. Durch die gegenständliche Erfindung wird die Verbreitung derartiger Fehlerstromschutzschalter 1, welche gegenüber bekannten netzspannungsunabhängigen Fehlerstromschutzschaltern 1 deutlich erweiterte Möglichkeiten der Analyse und Bewertung eines Fehlerstromes bzw. eines Fehlerstromsignals aufweisen, auch vermehrt auf den Bereich der Elektroinstallation von Wohnbereichen erweitert.

Fig. 2 zeigt beispielhaft einen Fehlerstromschutzschalter 1 gemäß dem Stand der Technik. Der Fehlerstromschutzschalter 1 weist eine erste Einheit 2 zur Detektion eines Fehlerstromes innerhalb eines elektrischen Energieversorgungsnetzes und Ausgabe eines analogen Fehlerstromsignals auf, welche erste Einheit 2 als Summenstromwandler 11 mit einer Sekundärwicklung 12 ausgebildet ist. Es kann auch vorgesehen sein, dass die erste Einheit 2 – auch bei den weiters beschriebenen Ausbildungen der gegenständlichen Erfindung – mittels Hallgeneratoren, Shunt-Widerständen, oder Förstersonden aufgebaut sind, bzw. solche Bauteile umfassen. Das durch die erste Einheit 2 generierte und ausgegebene Fehlerstromsignal wird mittels eines Analog/Digital-Wandlers 3 bzw. -Konverters von der analogen, wert- und zeitkontinuierlichen Form in die digitale, wert- und zeitdiskrete Form übergeführt. In den Fig. 2, 4 und 5 sind, um diesen Umstand zu verdeutlichen jeweils vor dem Analog/Digital-Wandler 3 eine Sinuswelle, und nachfolgend dem Analog/Digital-Wandler 3 eine Folge aus „0“ und „1“ beispielhaft dargestellt, was keine Einschränkung auf

sinusförmige analoge Fehlerstromsignale darstellt. Vor dem Analog/Digital-Wandler 3 durchläuft das analoge Fehlerstromsignal bevorzugt ein Tiefpassfilter 34, welches auch als Anti-Aliasing Filter bezeichnet wird, sowie gegebenenfalls, und wie abgebildet eine erste Signalaufbereitungseinheit 10, in welcher das analoge Fehlerstromsignal gegebenenfalls verstärkt wird.

Es ist bevorzugt vorgesehen sein, dass bei der Analog/Digital-Wandlung die Technik des Oversamplings angewandt wird, wobei das analoge Fehlerstromsignal mit einer höheren zeitlichen Auflösung abgetastet bzw. digitalisiert wird, als es in der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 verarbeitet wird, wobei nach der Abtastung eine Mittelwertbildung einer vorgebbaren Anzahl an Sampels erfolgt. Diese Mittelwertbildung kann sowohl im Analog/Digital-Wandler 3, als auch in der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 erfolgen. Durch das Oversampling kann ein Tiefpassfilter 34 geringerer Ordnung verwendet werden, welches einfacher im Aufbau ist und geringere Phasenfehler verursacht, als ein Tiefpassfilter 34 höherer Ordnung. Dadurch wird weiters der Signal/Rauschabstand verbessert.

Das digitale Fehlerstromsignal am Ausgang des Analog/Digital-Wandlers 3 wird an einen Eingang einer ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 gelegt. Mittels einer derartigen ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 ist eine detaillierte Analyse des digitalen Fehlerstromsignals möglich, wobei neben Eigenschaften wie dem Spitzenwert oder einem Gleichanteil des Fehlerstroms, weiters Parameter wie eine von der Signalform unabhängige Ermittlung eines Effektivwertes sowie eine Bewertung des gesamten Signalverlaufs in einem vorgebbaren Zeitabschnitt, sowie die Speicherung eines Fehlerstromverlaufes vorgesehen sein kann. Die erste digitale Signalverarbeitungseinheit 4 führt auch einen Vergleich des digitalen Fehlerstromsignals mit vorgegebenen Grenzwerten durch.

Ein Fehlerstromschutzschalter 1 umfasst weiters Trennkontakte 6 zum Trennen der von der ersten Einheit 2 überwachten Leiter L1, L2, L3, N eines Energieversorgungsnetzes. Die Trennkontakte 6 sind dabei bevorzugt an ein Schaltschloss 33 angekoppelt und können durch dieses Schaltschloss 33 geöffnet werden. Das Schaltschloss 33 wird dabei bevorzugt von einem Auslöseelement 31 angesteuert, welches bevorzugt als Permanentmagnetauslöser 32 ausgebildet ist. Wenigstens ein Ausgang der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 steuert gemäß der gegenständlich dargestellten

Ausführungsform das Auslöseelement 31 und kann dadurch im Bedarfsfall ein Trennen der Trennkontakte 6 veranlassen.

Folgend wird die Beschaltung der in Fig. 2 lediglich schematisch dargestellten Baugruppen zusammengefasst: Durch den Summenstromwandler 11 verlaufen die Leiter L1, L2, L3, N eines Energieversorgungsnetzes. Die Sekundärwicklung 12 des Summenstromwandlers 11 ist schaltungstechnisch mit einem Eingang des Tiefpassfilters 34 verbunden, dessen Ausgang schaltungstechnisch mit dem Eingang der ersten Signalaufbereitungseinheit 10 verbunden ist. Der Ausgang der ersten Signalaufbereitungseinheit ist schaltungstechnisch mit dem Eingang 9 des Analog/Digital-Wandlers 3 verbunden, dessen Ausgang schaltungstechnisch an einen Eingang der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 angeschlossen ist. Ein Ausgang der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 ist schaltungstechnisch mit dem Permanentmagnetauslöser 32 verbunden, welcher mechanisch auf das Schaltschloss 33 wirkt, welches wiederum mechanisch auf die Trennkontakte 6 wirkt.

Die Fig. 3 bis 5 zeigen drei bevorzugte Ausführungsformen eines Fehlerstromschutzschalters 1, welche im Wesentlichen auf den vorbeschriebenen Fehlerstromschutzschalter 1 gemäß Fig. 2 aufbauen, wobei der Aufbau gemäß Fig. 2 vorzugsweise nicht einschränkend ist. Allen drei Ausführungsformen ist hierbei gemein, dass diese ersten Mittel 7 zur Anpassung des analogen Fehlerstromsignals an den Analog/Digital-Wandler 3 aufweisen. Wie eingangs bereits dargelegt kann ein Fehlerstromsignal, hinsichtlich dessen erforderlicher Auflösung und des zu erwartenden Aussteuerbereichs, einen Dynamikumfang jenseits von 110dB aufweisen, was Analog/Digital-Wandler 3 mit Auflösungsvermögen von 20Bit und mehr erforderlich machen würde. Allerdings hat sich gezeigt, dass es in der Praxis ausreichend ist jeweils nur einen gewissen Bereich dieses großen Dynamikbereichs gut aufzulösen. Die ersten Mittel 7 zur Anpassung des analogen Fehlerstromsignals an den Analog/Digital-Wandler 3 sind dabei bevorzugt derart ausgebildet, dass diese das analoge Fehlerstromsignal in Abhängigkeit der Eigenschaften des digitalen Fehlerstromsignals derart an den verwendeten Analog/Digital-Wandler 3, welcher gemäß einer bevorzugten Ausführungsform lediglich eine Auflösung von 10 oder 12 Bit aufweist, anzupassen, dass das momentan anliegende analoge Fehlerstromsignal besonders gut von dem Analog/Digital-Wandler 3 aufgelöst wird, indem der momentan vorherrschende bzw. aktuelle Dynamikumfang des analogen Fehlerstromsignals an den Auflösungsbereich des

Analog/Digital-Wandlers 3 angepasst wird. Hiefür ist bevorzugt vorgesehen, dass die ersten Mittel 7 von der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 gesteuert sind.

Gemäß den folgend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen der gegenständlichen Erfindung ist bevorzugt vorgesehen, dass die ersten Mittel 7 als zweite Mittel 8 zur Verstärkung oder Abschwächung des analogen Fehlerstromsignals ausgebildet sind.

Fig. 3 zeigt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fehlerstromschutzschalters 1, bei welcher vorgesehen ist, dass die wenigstens eine erste Signalaufbereitungseinheit 10 eine Verstärkerelektronik mit vorgebar veränderbarer Verstärkung umfasst, wobei der Begriff Verstärkung gemäß gegenständlicher Patentanmeldung nicht auf das tatsächliche Verstärken, im Sinne eines Vergrößerns, beschränkt ist, sondern auch das Abschwächen eines Signals, daher eine negative Verstärkung, mit umfasst, wobei jede entsprechende Schaltungen zur Verstärkung bzw. Abschwächung eines analogen elektrischen Signals vorgesehen sein kann. Der Schaltungsaufbau entspricht weitestgehend dem Schaltungsaufbau des Fehlerstromschutzschalters 1 gemäß Fig. 2, wobei die wenigstens eine erste Signalaufbereitungseinheit 10 zur Vorgabe der Verstärkung von der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 gesteuert ist, daher ein weiterer Ausgang der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 mit einem Eingang der ersten Signalaufbereitungseinheit 10 schaltungstechnisch verbunden ist. Dadurch kann der tatsächlich zeitlich auftretende Dynamikbereich des analogen Fehlerstromsignals an den Wertebereich bzw. die Auflösung des Analog/Digital-Wandlers 3 angepasst werden. Dadurch kann die Genauigkeit bei kleinen Fehlerströmen erhöht werden, und gleichzeitig bei sehr großen Fehlerströmen ein Übersteuern verhindert werden. Dadurch können auch sehr große Fehlerströme signalformgetreu aufgenommen werden, wodurch die Fehlersuche deutlich vereinfacht werden kann. Durch die Steuerung der Verstärkung kann auch eine sehr exakte, weil bevorzugt stufenlose, Anpassung des analogen Fehlerstromsignals an den Analog/Digital-Wandler 3 erfolgen.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fehlerstromschutzschalters, ist wenigstens ein erster Widerstand 13 parallel zu der Sekundärwicklung 12 geschaltet, und wenigstens ein von der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 gesteuerter erster Schalter 14 zur Überbrückung oder Abschaltung des wenigstens einen ersten Widerstands 13 angeordnet. Fig. 4 zeigt eine bevorzugte Ausbildung einer derartigen zweiten Ausführungsform, wobei – ausgehend von

einem Fehlerstromschutzschalter gemäß Fig. 2 – eine serielle Kette eines ersten Widerstandes 13, eines zweiten Widerstandes 41 und eines dritten Widerstandes 42 parallel zur Sekundärwicklung 12 geschaltet ist. Solche ersten, zweiten und dritten Widerstände 13, 41, 42 werden auch als Bürde bzw. Bürdenwiderstände bezeichnet. Mittels des ersten bzw. eines weiteren dritten Schalters 13, 14, welche jeweils zur Überbrückung eines oder mehrerer der ersten, zweiten und/oder dritten Widerstände 13, 41, 42 angeordnet bzw. geschaltet sind, und welche jeweils von einem Ausgang der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 gesteuert, daher betätigt werden können, können jeweils unterschiedliche der ersten, zweiten und/oder dritten Widerstände 13, 41, 42 zu der Sekundärwicklung 12 parallel geschaltet werden. Auch durch diese Maßnahmen kann der tatsächlich zeitlich auftretende Dynamikbereich des analogen Fehlerstromsignals stufenweise an den Wertebereich bzw. die Auflösung des Analog/Digital-Wandlers 3 angepasst werden, wobei die beschriebene zweite Ausführungsform sehr einfach umsetzbar ist, und sehr geringe Bauteilkosten aufweist. Dadurch kann die Genauigkeit bei kleinen Fehlerströmen erhöht werden, und gleichzeitig bei sehr großen Fehlerströmen ein Übersteuern verhindert werden. Dadurch können auch sehr große Fehlerströme signalformgetreu aufgenommen werden, wodurch die Fehlersuche deutlich vereinfacht werden kann.

Fig. 5 zeigt eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Fehlerstromschutzschalters 1, bei welcher – ausgehend von einem Fehlerstromschutzschalter 1 gemäß Fig. 2 – neben der ersten Signalaufbereitungseinheit 10 weiters eine zweite Signalaufbereitungseinheit 36 und eine dritte Signalaufbereitungseinheit 37 vorgesehen sind, welche jeweils zueinander parallel geschaltet sind, wobei die erste, zweite, und dritte Signalaufbereitungseinheit 10, 36, 37 jeweils eine Verstärkerelektronik mit vorgegebener Verstärkung umfasst. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 5 ist etwa vorgesehen, dass die erste Signalaufbereitungseinheit 10 einen Verstärkungsfaktor von 1:1, die zweite Signalaufbereitungseinheit 36 einen Verstärkungsfaktor von 1:10, und die dritte Signalaufbereitungseinheit 37 einen Verstärkungsfaktor von 1:100 aufweist. Jeweils nachfolgend der ersten, zweiten und dritten Signalaufbereitungseinheit 10, 36, 37 ist ein erster, zweiter bzw. dritter Analog/Digital-Wandler 3, 38, 39 geschaltet, sodass jeder Signalaufbereitungseinheit 10, 36, 37 ein Analog/Digital-Wandler 3, 38, 39 nachgeschaltet ist. Es kann auch eine geringere oder eine größere Anzahl an Signalaufbereitungseinheiten 10, 36, 37 und Analog/Digital-Wandler 3, 38, 39 vorgesehen sein. Jeder der – gemäß gegenständlicher dritter Ausführungsform – drei Analog/Digital-Wandler 3, 38, 39 liefert ein

– jeweils anderes – digitales Fehlerstromsignal an einen separaten Eingang der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4, wobei eine, von der erste digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 gesteuerte Multiplexeinheit vorgesehen sein kann, mit welcher mehrere Analog/Digital-Wandler 3, 38, 39 auf lediglich einen Eingang der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit 4 geschaltet werden können. Auch durch diese Maßnahmen kann der tatsächlich zeitlich auftretende Dynamikbereich des analogen Fehlerstromsignals stufenweise an den Wertebereich bzw. die Auflösung der Analog/Digital-Wandler 3, 38, 39 angepasst werden, wobei die beschriebene dritte Ausführungsform, aufgrund der mehrfach vorgesehenen Analog/Digital-Wandler 3, 38, 39 eine Bauteilredundanz aufweist. Dadurch kann die Genauigkeit bei kleinen Fehlerströmen erhöht werden, und gleichzeitig bei sehr großen Fehlerströmen ein Übersteuern verhindert werden. Dadurch können auch sehr große Fehlerströme signalformgetreu aufgenommen werden, wodurch die Fehlersuche deutlich vereinfacht werden kann.

Fig. 1 zeigt einen Fehlerstromschutzschalter 1, vorzugsweise einen Fehlerstromschutzschalter 1 gemäß der vorstehend beschriebenen Erfindung, mit einer ersten Einheit 2, welche zur Detektion eines Fehlerstromes innerhalb eines elektrischen Energieversorgungsnetzes und Ausgabe eines analogen Fehlerstromsignals ausgebildet ist, wobei die erste Einheit 2 schaltungstechnisch mit ersten Eingängen 15 einer netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 sowie mit zweiten Eingängen 17 einer netzspannungsabhängigen Auslöseelektronik 18 verbunden ist, wobei der Fehlerstromschutzschalter 1 Steuermittel 19 aufweist, welche zur Dämpfung der Wirkung der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 bei vorgebar arbeitender netzspannungsabhängiger Auslöseelektronik 18 ausgebildet sind.

Dadurch kann die Einsatzbereitschaft und die Sicherheit von Fehlerstromschutzschaltern 1 mit netzspannungsabhängiger Auslöseelektronik 18 erhöht werden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die netzspannungsabhängigen Funktionen lediglich bei tatsächlich funktionierender netzspannungsabhängiger Auslöseelektronik 18 aktiviert werden. Dadurch kann weiters sichergestellt werden, dass eine weiters vorhandene netzspannungsunabhängige Auslöseelektronik 16 ausschließlich bei tatsächlich funktionierender netzspannungsabhängiger Auslöseelektronik 18 deaktiviert bzw. gedämpft wird. Dadurch wird sichergestellt, dass die netzspannungsunabhängigen Grundfunktionen des Fehlerstromschutzschalters 1 auch bei einer defekten netzspannungsabhängigen

Auslöseelektronik 18 erhalten bleiben und der Fehlerstromschutzschalter 1 wenigstens das durch Normen vorgegebene Mindestmaß an Schutz gewährleistet.

Ein derartiger Fehlerstromschutzschalter 1 weist wenigstens eine netzspannungsunabhängige Auslöseelektronik 16 sowie eine netzspannungsabhängige Auslöseelektronik 18 auf, welche beide dazu ausgebildet sind den Fehlerstromschutzschalter 1 auszulösen, daher die Trennung bzw. das Öffnen der Trennkontakte 6 zu veranlassen. Der Fehlerstromschutzschalter 1 weist eine erste Einheit 2 gemäß den bereits beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen auf, welche ein analoges Fehlerstromsignal generiert, welches sowohl an ersten Eingängen 15 der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16, als auch an zweiten Eingängen 17 einer netzspannungsabhängigen Auslöseelektronik 18 anliegt.

Die netzspannungsunabhängige Auslöseelektronik 16 ist bevorzugt gemäß den bekannten Ausführungen netzspannungsunabhängiger Auslöseelektroniken 16 ausgebildet und weist bevorzugt eine Energiespeicher/Verzögerungsschaltung auf, bei welcher etwa ein Kondensator durch das analoge Fehlerstromsignal aufgeladen wird, wobei bei Erreichen eines vorgebbaren Ladungszustandes des Kondensators ein Schwellenwertschalter betätigt wird, welcher einen ersten Auslöseausgang 25 aktiviert. Parallel zu dem Kondensator kann etwa ein Entladewiderstand geschaltet sein.

Die netzspannungsabhängige Auslöseelektronik 18 ist bevorzugt als digitale netzspannungsabhängige Auslöseelektronik 18 ausgebildet, wobei bevorzugt die vorstehend beschriebenen unterschiedlichen Ausgestaltungen einer digitalen netzspannungsabhängigen Auslöseelektronik 18 vorgesehen sind. Sofern die netzspannungsabhängige Auslöseelektronik 18 einen Fehlerfall erkennt, welcher ein Öffnen der Trennkontakte 6 erforderlich macht, aktiviert diese einen zweiten Auslöseausgang 26. Unter dem Begriff „aktiviert“ ist dabei eine vorgegebene Änderung des Zustandes des ersten bzw. zweiten Auslöseausganges 25, 26 im Sinne einer Informationsübermittlung zu verstehen.

Wie bereits dargelegt, sind sowohl die netzspannungsunabhängige Auslöseelektronik 16 als auch die netzspannungsabhängige Auslöseelektronik 18 zur Auslösung des Fehlerstromschutzschalters 1 vorgesehen. Gemäß der bevorzugten, in Fig. 1 schematisch dargestellten Ausführungsform eines derartigen Fehlerstromschutzschalters 1 ist bevorzugt vorgesehen, dass ein erster Auslöseausgang 25 der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 und ein zweiter Auslöseausgang 26 der netzspannungsabhängigen Auslöseelektronik 18 schaltungstechnisch mit den dritten Eingängen 27 eines logischen Oder-

Gliedes 28 verbunden sind, und dass ein Ausgang 29 des logischen Oder-Gliedes 28 schaltungstechnisch mit einem vierten Eingang 30 eines Auslöseelements 31, welches insbesondere als Permanentmagnetauslöser 32 ausgebildet ist, verbunden ist. Der Ausgang des Auslöseelements 31 ist in bereits dargelegter Weise mit dem Schaltschloss 33 verbunden, welches mechanisch auf die Trennkontakte 6 wirkt. Dadurch kann sichergestellt werden, dass der Fehlerstromschutzschalter 1 auslöst, daher die Trennkontakte 6 geöffnet werden, sofern eine der beiden Auslöseelektroniken 16, 18 einen Fehlerfall detektiert.

Der Fehlerstromschutzschalter weist 1 Steuermittel 19 auf, welche zur Dämpfung der Wirkung der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 bei vorgebar arbeitender netzspannungsabhängiger Auslöseelektronik 18 ausgebildet sind. Die Steuermittel 19 umfassend dabei bevorzugt die Gesamtheit der zur Erzielung dieser Dämpfung der Wirkung der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 erforderlichen Mittel bzw. Baugruppen, und werden bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 durch das fett strichliert dargestellte Rechteck veranschaulicht. Unter Dämpfung der Wirkung der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass die netzspannungsunabhängige Auslöseelektronik 16 keine oder nur eine geringere Wirkung auf nachfolgende Baugruppen, daher etwa auf das Auslöseelement, ausübt, als ohne die Dämpfung. Dadurch kann der Einfluss der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 auf nachfolgende Baugruppen eingeschränkt bzw. vollständig unterbunden werden. Dabei sind bevorzugt mehrere unterschiedliche Arten der Dämpfung dieser Wirkung der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 vorgesehen.

Gemäß einer ersten bevorzugten Ausbildung der Dämpfung dieser Wirkung der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 ist vorgesehen, dass die Steuermittel 19 zur vorgebbaren Dämpfung, insbesondere zur Unterbrechung, der Signalübertragung innerhalb der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 ausgebildet sind, daher, dass die netzspannungsunabhängige Auslöseelektronik 16 selbst gedämpft wird, bzw. schaltungstechnisch nicht funktionsfähig ist, etwa indem in der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 selbst ein Schalter angeordnet ist, welcher den Strom- bzw. Signalfluss unterbrechen kann.

Gemäß einer zweiten bevorzugten Ausbildung der Dämpfung dieser Wirkung der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 ist vorgesehen, dass die Steuermittel 19 zur vorgebbaren Dämpfung der Signalübertragung von einem ersten Auslöseausgang 25 der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 zu einem vierten Eingang 30 eines

Auslöseelements 31, insbesondere zur vorgebbaren Dämpfung, vorzugsweise Unterbrechung, einer zweiten schaltungstechnischen Verbindung 40 zwischen dem ersten Auslöseausgang 25 und dem vierten Eingang 30, ausgebildet sind.

Besonders bevorzugt, und wie in Fig. 1 dargestellt, ist gemäß einer dritten Ausbildung der Dämpfung dieser Wirkung der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16 vorgesehen, dass die Steuermittel 19 zur vorgebbaren Dämpfung der Signalübertragung von der ersten Einheit 2 zu wenigstens einem der ersten Eingänge 15, insbesondere zur vorgebbaren Dämpfung, vorzugsweise zur Unterbrechung, einer ersten schaltungstechnischen Verbindung 20 zwischen der ersten Einheit 2 und wenigstens einem der ersten Eingänge 15, ausgebildet sind. Gemäß Fig. 1 ist dabei vorgesehen, dass parallel zur Sekundärwicklung 12 des Summenstromwandlers 11 ein vierter und ein fünfter seriell geschalteter Widerstand 43, 44 angeschlossen sind, wobei wenigstens einer der vierten oder fünften Widerstände 43, 44 durch einen zweiten Schalter 24 überbrückbar ist.

Die Steuermittel 19 umfassen bevorzugt wenigstens eine Steuerelektronik 21, welche von der netzspannungsabhängigen Auslöseelektronik 18 angesteuert ist, und welche bevorzugt dazu ausgebildet ist, bei Anliegen des sich vorgebbbar ändernden Steuersignals an dem Steuereingang 23 einen zweiten Schalter 24 anzusteuern. In diesem Zusammenhang ist vorgesehen, dass die netzspannungsabhängige Auslöseelektronik 18 eine zweite digitale Signalverarbeitungseinheit aufweist, und dass die zweite digitale Signalverarbeitungseinheit zur Ausgabe eines sich vorgebbbar ändernden Steuersignals an einen Steuereingang 23 der Steuerelektronik 21 ausgebildet ist. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die zweite digitale Signalverarbeitungseinheit einen Prozessor, insbesondere einen Mikroprozessor, Mikrocontroller und/oder einen digitalen Signalprozessor, umfasst. Besonders bevorzugt ist bei Implementierung einer der eingangs beschriebenen Arten der digitalen Verarbeitung eines Fehlerstromsignals in einem Fehlerstromschutzschalter 1, in eine gegenständliche netzspannungsabhängige Auslöseelektronik 18 vorgesehen, dass die erste und die zweite digitale Signalverarbeitungseinheit 4 einstückig ausgebildet sind, wodurch die Komponenten zur digitalen Signalverarbeitung, wie etwa Prozessor, Speicher, Datenbus und dergleichen lediglich einmal vorgesehen werden müssen.

Wie bereits dargelegt ist die zweite digitale Signalverarbeitungseinheit zur Ausgabe eines sich vorgebbbar ändernden Steuersignals an einen Steuereingang 23 der Steuerelektronik 21 ausgebildet. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform, dergemäß die zweite digitale Signalverarbeitungseinheit einen Prozessor aufweist, welcher die

Signalanalyse des digitalen Fehlerstromsignals durchführt, ist vorgesehen, dass die zweite digitale Signalverarbeitungseinheit zusätzlich das sich vorgebbar ändernde Steuersignal erzeugt und ausgibt, wobei vorgesehen ist, dass dieses sich vorgebbar ändernde Steuersignal nur dann erzeugt wird, wenn die zweite digitale Signalverarbeitungseinheit ordnungsgemäß vorgebbar arbeitet. Dies kann durch entsprechende Programmierung des Prozessors einfach erreicht werden. Bevorzugt ist hiebei vorgesehen, dass – zusätzlich zu den anderen Arbeitsroutinen – weiters etwa ein vorgebbar periodisches Rechtecksignal als Steuersignal an den Steuereingang 23 der Steuerelektronik 21 ausgegeben wird, wie dies auch in Fig. 1 angedeutet ist. Es können aber auch andere Arten eines Steuersignals generiert und ausgegeben werden. Dadurch wird erstmals erreicht, dass bei einem Fehlerstromschutzschalter 1 mit netzspannungsabhängiger Auslöseelektronik 18 nicht nur das Vorhandensein der Versorgungsspannung oder der Bauteile überprüft wird, sondern tatsächlich die korrekte bzw. vorgegebene Funktion der für die netzspannungsabhängige Auslösung notwendigen Baugruppen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass ein derartiger Fehlerstromschutzschalter 1 bei einer nicht funktionierenden netzspannungsabhängigen Auslöseelektronik 18 als voll netzspannungsunabhängiger Fehlerstromschutzschalter 1 arbeitet. Dadurch werden auch die Normen voll erfüllt, welche netzspannungsabhängige Fehlerstromschutzschalter 1 nicht zulassen.

Für die entsprechende Funktion der Steuermittel 19 ist eine entsprechende Steuerelektronik 21 notwendig, welche einen Ausgang lediglich dann aktiviert, wenn an deren Steuereingang 23 das entsprechend vorgegebene Steuersignal anliegt. Fig. 6 zeigt eine besonders bevorzugte Ausbildung einer Steuerelektronik 21 für ein periodisch rechteckförmiges Steuersignal, wobei der Darstellung die international gängigen Schaltsymbole und Dimensionsangaben verwendet wurden.

Kern der Schaltung ist das RC-Glied, gebildet aus  $R4+R5$  und  $C2$ . Zum Einschaltzeitpunkt, wenn  $C2$  entladen ist, liegen am  $R5$ , aufgrund der Spannungsteilung zwischen  $R4$  und  $R5$ , ca. 90% der Versorgungsspannung  $+V$  an. Mit der Ladung von  $C2$  beginnt die Spannung an  $R5$  zu sinken.

Aufgabe des FET  $T1$  ist es, über den Widerstand  $R3$  und die Diode  $D1$  den Kondensator  $C2$  zu entladen. Die Gate-Spannung wird durch den Spannungsteiler  $R1/R2$  auf einen Wert gelegt, der sich knapp unter jenem Wert der Steuerspannung befindet, bei welcher der FET leitend wird, wobei Streuungen berücksichtigt sind. Durch Anlegen eines rechteckförmigen Steuersignals am Steuereingang 23, welches über den Kondensator  $C1$  an

das Gate geführt wird, kann das Gate impulsförmig gesteuert werden, sodass der FET den Kondensator C2 regelmäßig entlädt. Dadurch wird sichergestellt, dass am Steuereingang 23 ein rechteckförmiges Steuersignal anliegen muss, um den Ausgang aktiv zu schalten. Eine statische Gleichspannung genügt nicht. Am Ausgang der Schaltung befindet sich ein PNP-Transistor in Basisschaltung. Über den Spannungsteiler R6/R7 wird eine Basisspannung festgelegt, die als Referenz dient. Unterschreitet die Spannung an R5 diesen Wert (Basis-Emitterspannung) wird T2 hochohmig, woraus folgt, dass der Ausgang ausgeschaltet ist. Auch bei einem Fehlen eines Bauteils, einer kalten Lötstelle oder ähnlichen Fehlern bleibt der Ausgang abgeschaltet.

Folgend wird die Beschaltung der in Fig. 1 lediglich schematisch dargestellten Baugruppen zusammengefasst: Durch den Summenstromwandler 11 verlaufen die Leiter L1, L2, L3, N eines Energieversorgungsnetzes. Die Sekundärwicklung 12 des Summenstromwandlers 11 ist schaltungstechnisch sowohl mit den ersten Eingängen 15 der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16, als auch den zweiten Eingängen 17 der netzspannungsabhängigen Auslöseelektronik 18 verbunden. Vor den ersten Eingängen 15, aber nachfolgend der Speisung der zweiten Eingänge 17 sind die zueinander seriell geschalteten vierten und fünften Widerstände 43, 44 parallel zur Sekundärwicklung 12 geschaltet, wobei ein zweiter Schalter 24 zur möglichen Überbrückung eines dieser Widerstände 43, 44 schaltungstechnisch angeordnet ist. Der zweite Schalter 24 wird von der Steuerelektronik 21 angesteuert, und ist hiezu mit dieser schaltungstechnisch verbunden. Ein Steuereingang 23 der Steuerelektronik 21 ist schaltungstechnisch mit einem Ausgang der netzspannungsabhängigen Auslöseelektronik 18 verbunden. Der erste Auslöseausgang 25 der netzspannungsunabhängigen Auslöseelektronik 16, sowie der zweite Auslöseausgang 26 der netzspannungsabhängigen Auslöseelektronik 18 sind jeweils mit den dritten Eingängen 27 eines logischen Oder-Gliedes 28 verbunden, dessen Ausgang 29 schaltungstechnisch mit dem Permanentmagnetauslöser 32 verbunden ist, welcher mechanisch auf das Schaltschloss 33 wirkt, welches wiederum mechanisch auf die Trennkontakte 6 wirkt.

Weitere erfindungsgemäße Ausführungsformen weisen lediglich einen Teil der beschriebenen Merkmale auf, wobei jede Merkmalskombination, insbesondere auch von verschiedenen beschriebenen Ausführungsformen, vorgesehen sein kann.

Patentansprüche:

**GIBLER & POTH**  
**Patentanwälte OEG**

Dorotheergasse 7 – A-1010 Wien – patent@aon.at  
Tel: +43 (1) 512 10 98 – Fax: +43 (1) 513 47 76

32299/lh

**PATENTANSPRUCH**

1. Fehlerstromschutzschalter (1) mit einem Fehlerstromdetektor zur Detektion eines Fehlerstromes innerhalb eines elektrischen Energieversorgungsnetzes und Ausgabe eines analogen Fehlerstromsignals, einem Analog/Digital-Wandler (3) zur Umwandlung des analogen Fehlerstromsignals in ein digitales Fehlerstromsignal, einer ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit (4), und einem Auslöseelement (31) zur wenigstens mittelbaren vorgebbaren Trennung von Trennkontakten (6) in dem elektrischen Energieversorgungsnetz, wobei der Fehlerstromdetektor einen Summenstromwandler (11) mit einer Sekundärwicklung (12) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein erster Widerstand (13) parallel zu der Sekundärwicklung (12) geschaltet ist, und dass wenigstens ein von der ersten digitalen Signalverarbeitungseinheit (4) gesteuerter erster Schalter (14) zur Überbrückung oder Abschaltung des wenigstens einen ersten Widerstands (13) angeordnet ist.

Der Patentanwalt:

**GIBLER & POTH**  
**Patentanwälte OEG**  
Dorotheergasse 7 – A-1010 Wien – patent@aon.at  
Tel: +43 (1) 512 10 98 – Fax: +43 (1) 513 47 76

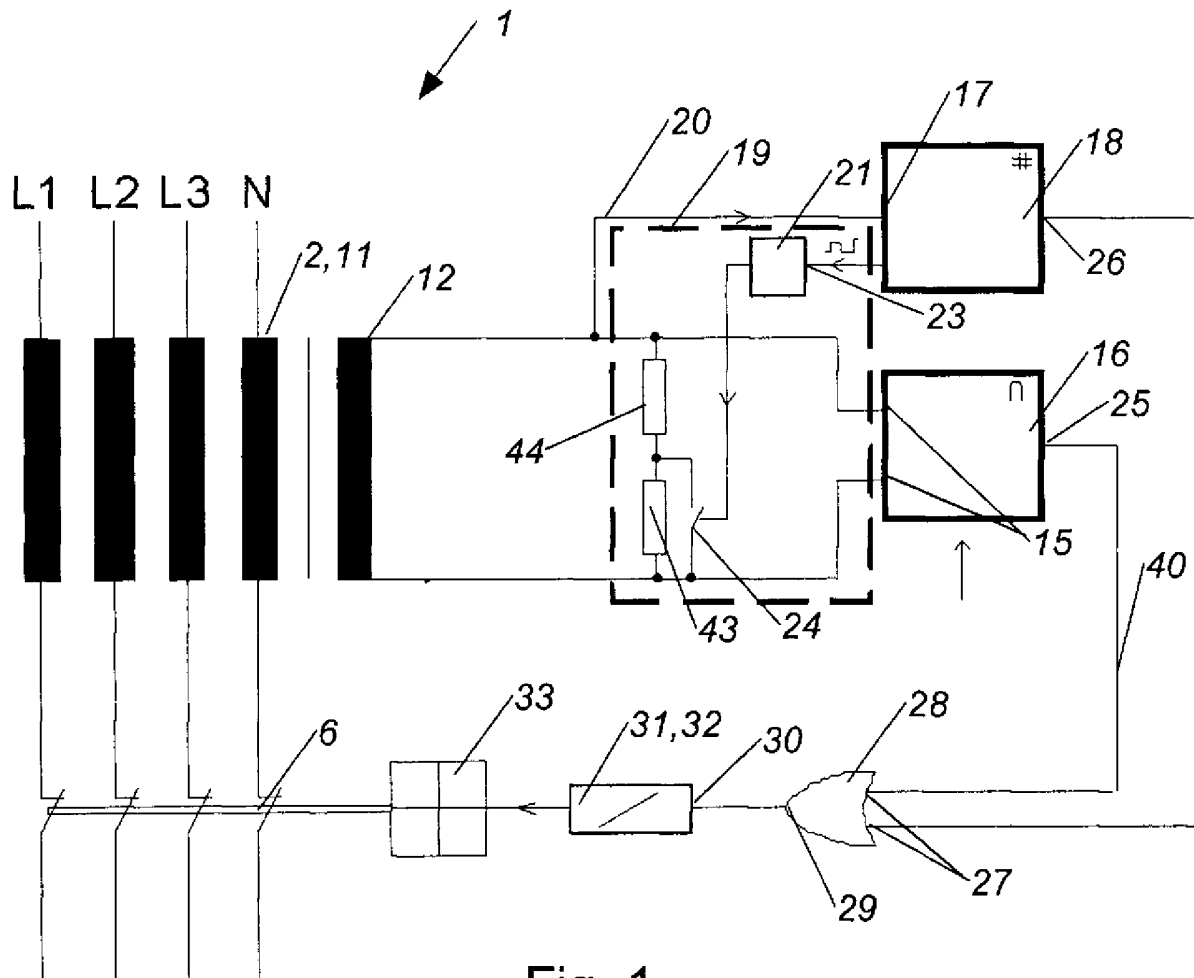


Fig. 1

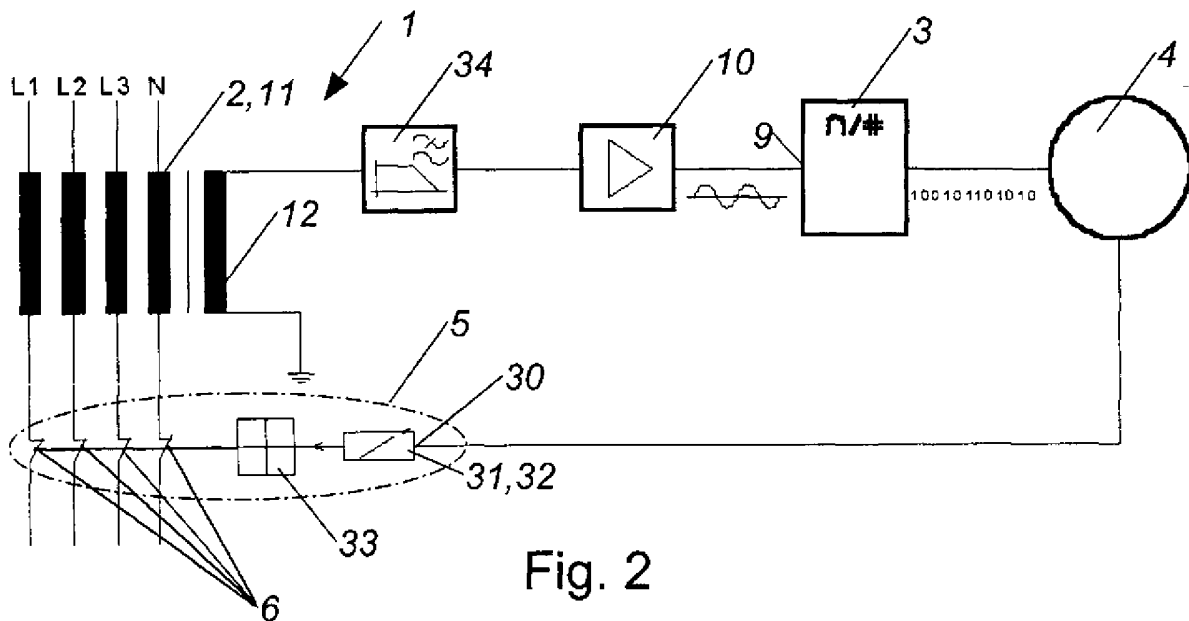


Fig. 2

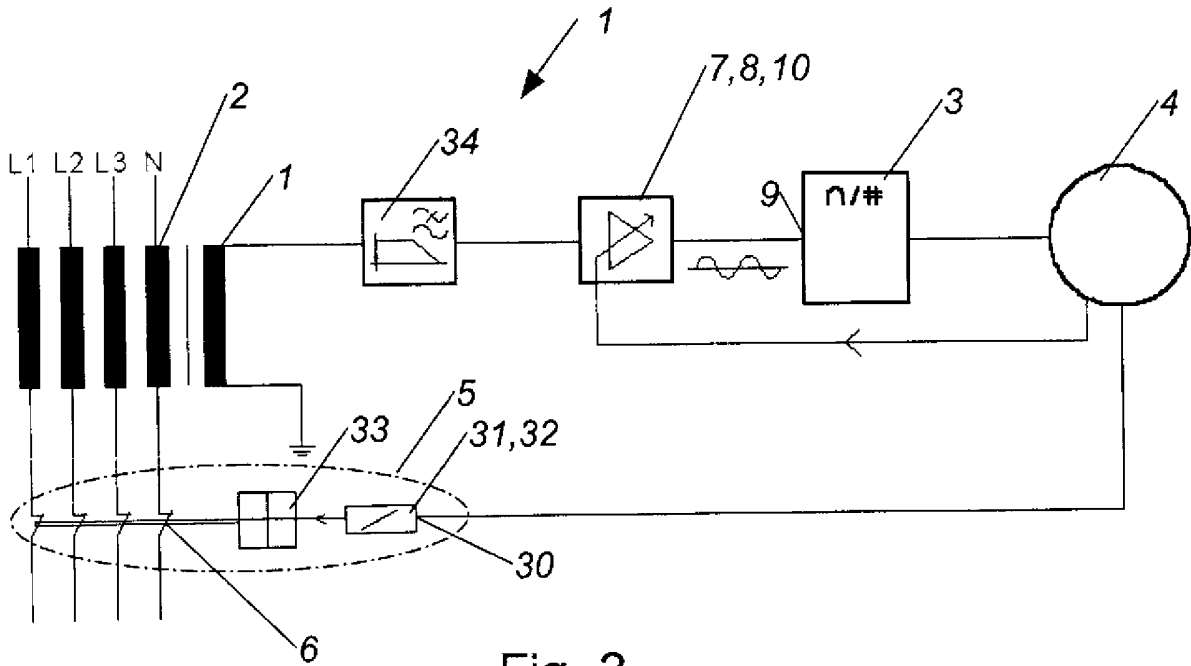


Fig. 3

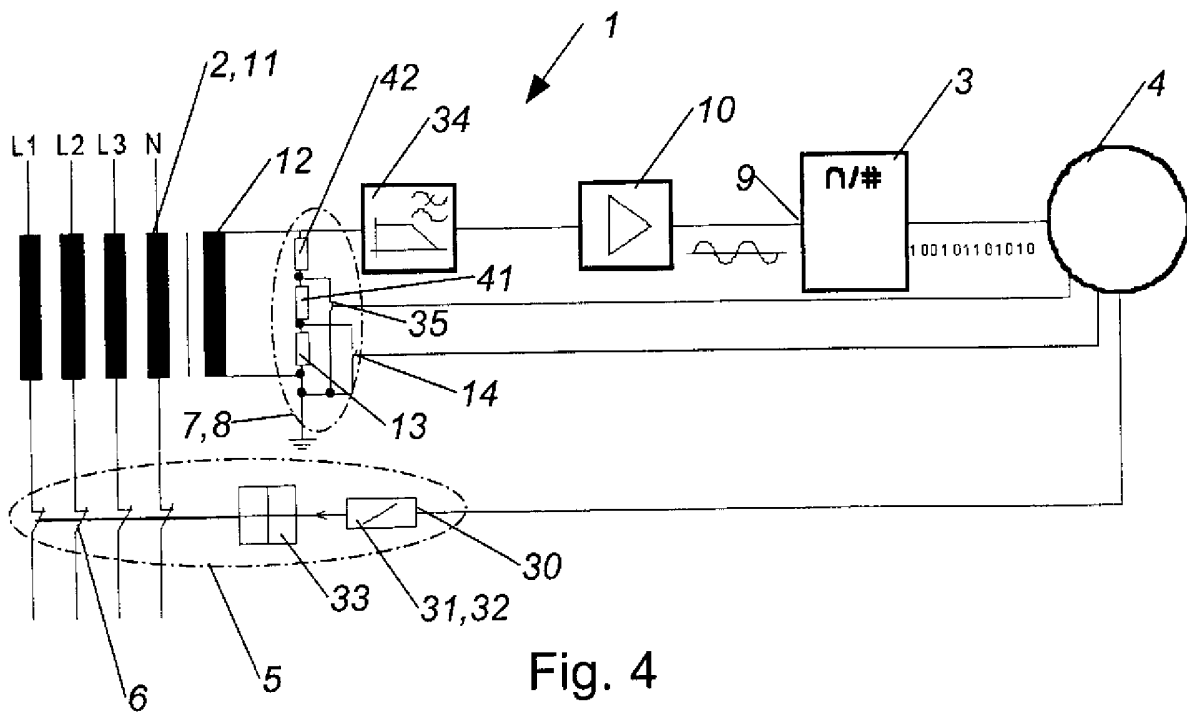


Fig. 4

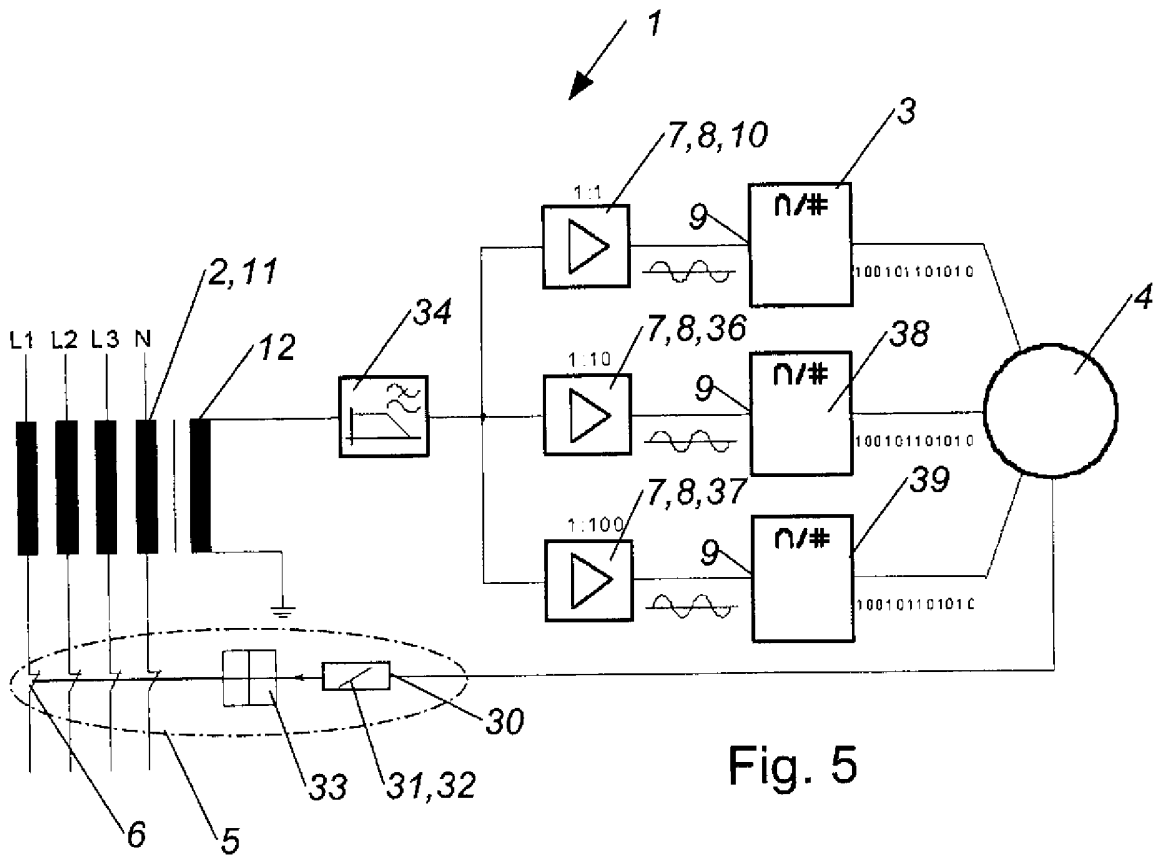


Fig. 5

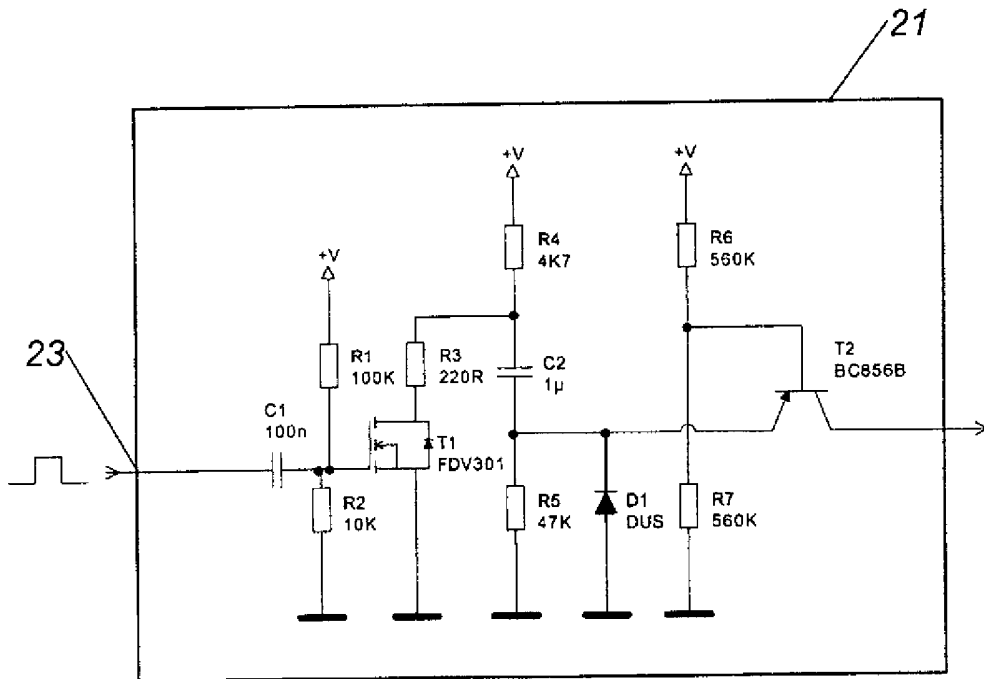


Fig. 6