

(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
20. September 2007 (20.09.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/104735 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 15/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/052287

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. März 2007 (12.03.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 011 715.8 14. März 2006 (14.03.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **MOELLER GMBH** [DE/DE]; Hein-Moeller-Str.
7-11, 53115 Bonn (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MEID, Wolfgang**
[DE/DE]; Amselstr. 16, 56218 Mülheim-Kärlich (DE).

(74) Anwalt: **COHAUSZ & FLORACK**; Bleichstrasse 14,
40211 Düsseldorf (DE).

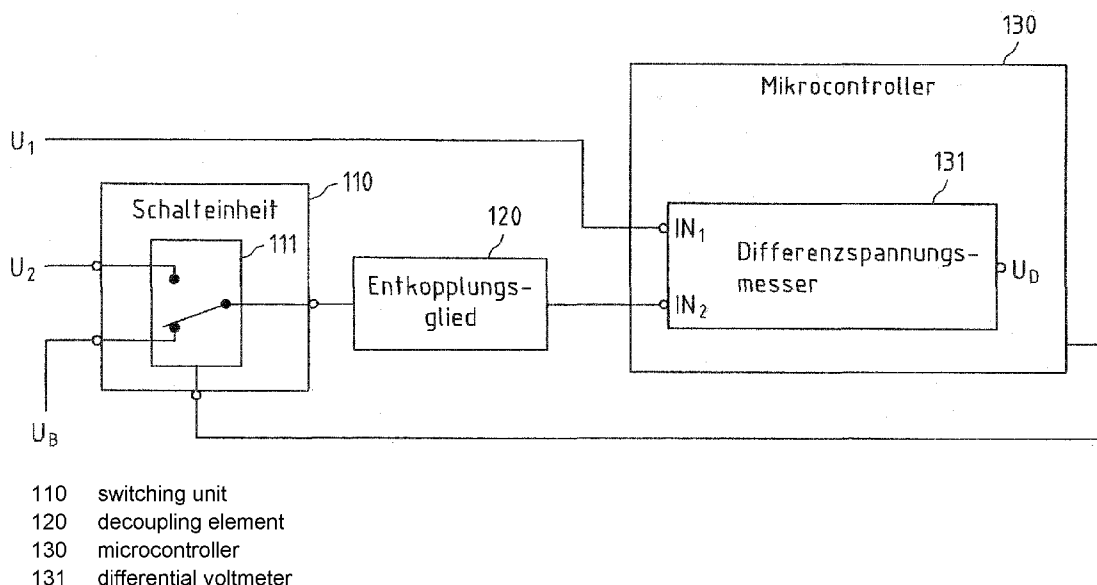
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS,
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR MEASURING A FIRST VOLTAGE AND A SECOND VOLTAGE BY MEANS OF
A DIFFERENTIAL VOLTMETER

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR MESSUNG EINER ERSTEN SPANNUNG UND EINER ZWEI-
TEN SPANNUNG MIT EINEM DIFFERENZSPANNUNGSMESSER



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for measuring a first voltage and a second voltage by means of a differential voltmeter (131, 360). The differential voltmeter (131, 360) comprises a first inlet and a second inlet and a known voltage potential is applied to the second inlet. The voltage measurement comprises the following steps; a first voltage is applied to a first inlet of the differential voltmeter (210), a first differential voltage is measured (211), the first voltage from the measured first differential voltmeter and the known voltage potential is determined (212), the second voltage is applied to the second inlet of the differential voltmeter (213), a second differential voltage is measured (214), and the second voltage from the measured second differential voltage and the previously determined first voltage is determined (216).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/104735 A2



CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

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.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung mit einem Differenzspannungsmesser (131, 360), wobei der Differenzspannungsmesser (131, 360) einen ersten Eingang und einen zweiten Eingang umfasst, und an dem zweiten Eingang ein bekanntes Spannungspotential anliegt, wobei die Spannungsmessung die folgenden Schritte umfasst: (210) Anlegen der ersten Spannung an einen ersten Eingang des Differenzspannungsmessers; (211) Messen einer ersten Differenzspannung; (212) Bestimmen der ersten Spannung aus der gemessenen ersten Differenzspannung und dem bekannten Spannungspotential; (213) Anlegen der zweiten Spannung an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers; (214) Messen einer zweiten Differenzspannung; und (216) Bestimmen der zweiten Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung und der vorher bestimmten ersten Spannung.

**VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR MESSUNG EINER ERSTEN
SPANNUNG UND EINER ZWEITEN SPANNUNG MIT EINEM
DIFFERENZSPANNUNGSMESSER**

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung mit einem Differenzspannungsmesser, wobei der Differenzspannungsmesser einen ersten Eingang und einen zweiten Eingang umfasst, und an dem zweiten Eingang ein bekanntes Spannungspotential anliegt, wobei die Spannungsmessung die folgenden Schritte umfasst: Anlegen der ersten Spannung an einen ersten Eingang des Differenzspannungsmessers; Messen einer ersten Differenzspannung; Bestimmen der ersten Spannung aus der gemessenen ersten Differenzspannung und dem bekannten Spannungspotential; Anlegen der zweiten Spannung an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers; Messen einer zweiten Differenzspannung; und Bestimmen der zweiten Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung und der vorher bestimmten ersten Spannung.

STAND DER TECHNIK

Das Messen mehrerer Spannungen ist in vielen Vorrichtungen erforderlich. Diese Spannungsmessung von mehreren Spannungen kann z.B. durch einen Mikrocontroller erfolgen, der für jede der zu messenden Spannung einen Spannungsmesser aufweist.

So müssen beispielsweise bei der Realisierung eines elektronischen Motorschutzschalters für einen Dreiphasen-Elektromotor die drei Phasenströme des Motors erfasst werden, wozu drei unabhängige Spannungsmesser in einem Mikrocontroller verwendet werden können. Für jede weitere zu erfassende Spannung wäre ein weiterer Spannungsmesser in dem Mikrocontroller nötig. Mikrocontroller mit mehr als drei Spannungsmesser sind jedoch kostenintensiver und weisen eine höhere Baugröße als Mikrocontroller mit nur drei Spannungsmessern auf.

AUFGABENSTELLUNG

Der Erfindung liegt davon ausgehend die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Spannungsmessung dahingehend zu entwickeln, dass die Messung einer ersten Spannung und die Messung einer zweiten Spannung mit nur einem Spannungsmesser durchgeführt werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung mit einem Differenzspannungsmesser, wobei der Differenzspannungsmesser einen ersten Eingang und einen zweiten Eingang umfasst, und an dem zweiten Eingang ein bekanntes Spannungspotential anliegt, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Anlegen der ersten Spannung an einen ersten Eingang des Differenzspannungsmessers; Messen einer ersten Differenzspannung; Bestimmen der ersten Spannung aus der gemessenen ersten Differenzspannung und dem bekannten Spannungspotential; Anlegen der zweiten Spannung an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers; Messen einer zweiten Differenzspannung; und Bestimmen der

zweiten Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung und der vorher bestimmten ersten Spannung.

Der Differenzspannungsmesser kann so ausgeführt sein, dass er entweder die Differenz zwischen der Spannung am zweiten Eingang und der Spannung am ersten Eingang misst, oder umgekehrt die Differenz zwischen der Spannung am ersten Eingang und der Spannung am zweiten Eingang. Im folgenden sei ohne Einschränkung angenommen, dass der Differenzspannungsmesser die Differenz zwischen der Spannung am zweiten Eingang und der Spannung am ersten Eingang messe, d.h. der erste Eingang ist der negative Eingang des Differenzspannungsmesser und der zweite Eingang ist der positive Eingang des Differenzspannungsmessers.

Sei die erste gemessene Differenzspannung $U_{D,1}$ und das bekannte Spannungspotential U_B , so kann die erste Spannung wie folgt aus der ersten gemessenen Differenzspannung $U_{D,1}$ und dem bekannten Spannungspotential U_B bestimmt werden:

$$U_1 = U_B - U_{D,1}$$

Basierend auf der ersten bestimmten Spannung U_1 und der zweiten gemessenen Differenzspannung $U_{D,2}$ kann mit $U_2 = U_{D,2} + U_1$ die zweite Spannung U_2 bestimmt werden.

Dieses Messverfahren zeigt den Vorteil, dass mit nur einem Differenzspannungsmesser zwei Spannungen, d.h. die erste Spannung und die zweite Spannung, gemessen werden können.

Das bekannte Spannungspotential U_B kann beispielsweise Masse sein, d.h. $U_B=0$, so dass der Betrag der gemessene ersten Differenzspannung dem Betrag der zu messenden ersten Spannung entspricht und folglich der Schritt der Bestimmung der ersten Spannung aus der gemessenen ersten Differenzspannung und dem bekannten Spannungspotential nicht mehr ausgeführt werden muss bzw. stark vereinfacht wird, da keine Subtraktion oder Addition benötigt wird. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn die erste Spannung negativ ist, da hierbei die erste gemessene Differenzspannung ein positives Vorzeichen aufweist und dem Betrag der ersten Spannung entspricht.

Somit kann mit Hilfe des erfindungsgemäßen Messverfahrens auf eine einfache Weise eine negative erste Spannung gemessen werden, wohingegen bei der Verwendung von AD-Wandlern ohne Differenzeingang zur Spannungsmessung die zu messende negative Spannung vor der Messung mit Hilfe einer aufwändigen Operationsverstärkerschaltung in eine positive Spannung konvertiert werden müsste.

Ferner ist auch die Reihenfolge der Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Spannungsmessung austauschbar. So kann beispielsweise auch zuerst die zweite Spannung an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers angelegt werden, dann die zweite Differenzspannung gemessen werden, und nachfolgend erst das bekannte Spannungspotential an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers angelegt werden und die erste Differenzspannung gemessen werden.

Des Weiteren können beispielsweise auch zunächst die erste Differenzspannung und die zweite Differenzspannung

gemessen werden, und nachfolgend erst die zu messende erste Spannung und zweite Spannung bestimmt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Messung der ersten Spannung und der zweiten Spannung kann beispielsweise auf einem Mikrocontroller durchgeführt werden, oder auch z.B. auf einem digitalen Signalprozessor, oder auch in Form von Software auf einem Computer.

Der Differenzspannungsmesser kann sowohl analog als auch digital realisiert werden. Beispielsweise kann der Differenzspannungsmesser durch einen Sigma Delta AD Wandler realisiert werden.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Messverfahrens liegt darin, dass der Messbereich des Differenzspannungsmessers weitgehend ausgenutzt werden kann.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass nach dem Messen der zweiten Differenzspannung geprüft wird, ob die zweite Differenzspannung einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet, und das Messverfahren bei Überschreitung des vorbestimmten Grenzwertes wieder von vorne beginnt, wobei das Messverfahren so lange wiederholt wird, bis die zweite gemessene Differenzspannung den vorbestimmten Grenzwert nicht überschreitet, und erst dann die zweite Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung und der vorher bestimmten ersten Spannung bestimmt wird.

Mit Hilfe dieses Überprüfens, ob die gemessene zweite Differenzspannung einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet, kann beispielsweise festgestellt werden, ob die zweite gemessene Differenzspannung im zulässigen

Messbereich des Differenzspannungsmessers liegt, wobei dann der Grenzwert in Abhängigkeit des vom Differenzspannungsmesser maximal zu erfassenden Messbereichs zu wählen ist. Liegt eine Überschreitung des Grenzwertes vor, d.h. liegt die gemessene zweite Differenzspannung außerhalb des zulässigen Messbereiches, so wird die gesamte Spannungsmessung wiederholt, d.h. es wird zunächst das bekannte Spannungspotential an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers angelegt und die erste Differenzspannung gemessen, und dann die zweite Spannung an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers gelegt und die zweite Differenzspannung gemessen. Der Messvorgang wird so lange wiederholt, bis die zweite gemessene Differenzspannung den vorbestimmten Grenzwert nicht mehr überschreitet. Erst dann erfolgt die Bestimmung der zweiten Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung der vorher bestimmten ersten Spannung.

Ferner kann auch zusätzlich zu dieser Überprüfung, ob die zweite gemessene Differenzspannung einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet, auch bereits nach Messung der ersten Differenzspannung geprüft werden, ob die erste gemessene Differenzspannung einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet, und bei Überschreitung der Messvorgang erneut gestartet werden. Somit kann der Messvorgang direkt dann wiederholt werden, wenn bereits die erste gemessene Differenzspannung außerhalb des zulässigen Messbereiches des Differenzspannungsmessers liegt.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass eine Schalteinheit an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers angeschlossen ist, derart, dass die Schalteinheit in einem ersten Zustand das bekannte

Spannungspotential an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers schaltet, und dass die Schalteinheit in einem zweiten Zustand die zweite Spannung an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmesser schaltet; und wobei die Schalteinheit zur Messung der ersten Differenzspannung in den ersten Zustand angesteuert wird, und nachfolgend die Schalteinheit zur Messung der zweiten Differenzspannung in den zweiten Zustand angesteuert wird.

Diese Schalteinheit kann beispielsweise durch mindestens ein Relais und/oder mindestens einen Transistor realisiert werden.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Differenzspannungsmesser in einem Mikrocontroller angeordnet ist, wobei das Messverfahren durch den Mikrocontroller ausgeführt wird, und insbesondere die Schalteinheit durch den Mikrocontroller gesteuert wird.

Der Mikrocontroller kann somit direkt die gemessene erste Differenzspannung und die gemessene zweite Differenzspannung vom Differenzspannungsmesser auslesen und die Verarbeitungsschritte des erfindungsgemäßen Messverfahrens ausführen. Hierbei steuert die Mikrocontroller die Schalteinheit zunächst in den ersten Zustand, liest die gemessene erste Differenzspannung am Differenzspannungsmesser aus und berechnet aus der gemessenen ersten Differenzspannung und dem bekannten Spannungspotential die erste Spannung. Nachfolgend schaltet der Mikrocontroller die Schalteinheit in den zweiten Zustand und liest die gemessene zweite Differenzspannung am Differenzspannungsmesser aus, und berechnet dann die zweite Spannung aus der gemessenen

zweiten Differenzspannung und der bereits bestimmten ersten Spannung. Die so bestimmte erste Spannung und zweite Spannung kann der Mikrocontroller intern für weitere Verarbeitung verwenden und/oder an einem Ausgang ausgeben.

Ferner kann der Mikrocontroller auch die zuvor beschriebene Prüfung der Grenzwertüberschreitung der zweiten gemessenen Spannung ausführen, und bei Überschreiten des vorbestimmten Grenzwertes den Messvorgang erneut beginnen, so lange, bis keine Grenzwertüberschreitung der zweiten gemessenen Spannung vorliegt. Des Weiteren kann der Mikrocontroller auch für die zuvor beschriebene Prüfung der Grenzwertüberschreitung der ersten gemessenen Spannung und dem daraus eventuell resultierenden Neustart des Messvorgangs verwendet werden.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Differenzspannungsmesser ein Sigma Delta AD Wandler ist.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Schalteinheit einen Transistor umfasst.

Der Transistor kann beispielsweise durch einen Feldeffekttransistor realisiert werden, wobei entweder ein Sperrschichtfet, ein Depletion-Mosfet oder ein Enhancement-Mosfet verwendet werden kann. Der Feldeffekttransistor kann sowohl durch einen n-Kanal oder einen p-Kanaltyp realisiert werden. Ferner kann auch ein Bipolartransistor für die Schalteinheit verwendet werden, welcher entweder ein npn- oder ein pnp-Typ sein kann. Darüberhinaus kann die Schalteinheit auch mehr als einen Transistor umfassen.

Die o.g. Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung umfassend eine Schalteinheit und einen Mikrocontroller, der einen Differenzspannungsmesser enthält; wobei die erste Spannung an einem ersten Eingang des Differenzspannungsmessers anliegt; und wobei die Schalteinheit an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmesser angeschlossen ist, derart, dass die Schalteinheit in einem ersten Zustand ein bekanntes Spannungspotential an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers schaltet, und dass die Schalteinheit in einem zweiten Zustand die zweite Spannung an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmesser schaltet; wobei der Mikrocontroller die folgenden Schritte ausführt: Ansteuern der Schalteinheit in den ersten Zustand; Einlesen einer vom Differenzspannungsmesser gemessenen ersten Differenzspannung; Bestimmen der ersten Spannung aus der gemessenen ersten Differenzspannung und dem bekannten Spannungspotential; Ansteuern der Schalteinheit in den zweiten Zustand; Einlesen einer vom Differenzspannungsmesser gemessenen zweiten Differenzspannung; und Bestimmen der zweiten Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung und der vorher bestimmten ersten Spannung bestimmt.

Für diese erfindungsgemäße Vorrichtung zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung gelten die zuvor beschriebenen Ausführungen des Verfahrens zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung gleichermaßen. Der Mikrocontroller übernimmt hierbei die Steuerung der Messung und bestimmt die erste Spannung und die zweite Spannung.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Mikrocontroller nach dem Messen der zweiten Differenzspannung prüft, ob die zweite Differenzspannung einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet, und der Mikrocontroller die Messung bei Überschreiten des vorbestimmten Grenzwertes wieder von vorne beginnt, wobei der Mikrocontroller die Messung so lange wiederholt, bis die zweite Differenzspannung den vorbestimmten Grenzwert nicht überschreitet, und dann erst dann der Mikrocontroller die zweite Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung und der vorher bestimmten ersten Spannung bestimmt.

Für diese Ausführungsform betreffend des Prüfens einer Grenzwertüberschreitung der gemessenen Differenzspannung gelten die zuvor bei den Verfahrensausführungen beschriebenen Abwandlungen dieser Ausführungsform analog.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der erste Eingang des Differenzspannungsmessers der negative Eingang des Differenzspannungsmessers ist, und der zweite Eingang des Differenzspannungsmessers der positive Eingang des Differenzspannungsmessers ist.

Somit misst der Differenzspannungsmesser die Differenz zwischen der zweiten Spannung und der ersten Spannung.

Diese Ausgestaltung der Erfindung ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die zu messende erste Spannung negativ ist und das bekannte Spannungspotential Masse ist, da hierbei die erste gemessene Differenzspannung direkt dem Betrag der negativen ersten Spannung entspricht. Somit entfallen für die Messung der negativen ersten Spannung

aufwändige Konverterschaltungen, welche z.B. durch Operationsverstärker realisiert werden müssten.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass zwischen der Schalteinheit und dem zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers ein Entkopplungsglied platziert ist.

Dieses Entkopplungsglied dient zur Entkopplung des zweiten Eingangs des Differenzspannungsmessers von der Schalteinheit. Beispielsweise kann dieses Entkopplungsglied durch einen Widerstand realisiert werden.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Mikrocontroller mindestens einen weiteren Spannungsmesser umfasst.

Somit kann neben der ersten Spannung und der zweiten Spannung mindestens eine weitere Spannung gemessen werden, und der Mikrocontroller kann diese eine weitere Spannung beispielsweise für weitere Verarbeitung verwenden. Dieser mindestens eine weitere Spannungsmesser kann z.B. durch einen AD-Wandler mit nur einem Eingang realisiert werden, oder durch einen Differenzspannungsmesser, der z.B. einen Sigma Delta AD-Wandler darstellen kann. Es können auch AD-Wandler, welche einen Eingang aufweisen, mit Sigma Delta AD-Wandlern kombiniert werden.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die erste Spannung an einem Ausgang einer ersten Detektionseinheit anliegt, und diese Detektionseinheit zum Erfassen eines ersten Stroms dient, welcher einem

Elektromotor zugeführt wird, so dass die an dem Ausgang der ersten Detektionseinheit anliegende Spannung vom erfassten ersten Strom abhängt; und wobei ferner dieser Ausgang mit dem ersten Eingang des Differenzspannungsmessers verbunden ist.

Der Elektromotor kann entweder ein Gleichstrommotor oder ein Wechselstrommotor sein, wobei der Wechselstrommotor ein einphasiger Wechselstrommotor aber auch ein mehrphasiger Wechselstrommotor sein kann.

Wird der Elektromotor beispielsweise durch einen Gleichstrommotor realisiert, und ist somit auch der zugeführte erste Strom ein Gleichstrom, so kann die erste Detektionseinheit beispielsweise ein Widerstand sein, der sich in der Stromzuleitung zum Motor befindet, so dass der erste Strom durch den Widerstand fließt und die am Widerstand abfallende Spannung am Ausgang der ersten Detektionseinheit anliegt; ferner kann die erste Detektionseinheit beispielsweise durch einen Magnetfeldwandler realisiert werden, so dass am Ausgang der ersten Detektionseinheit eine Spannung proportional zum gemessenen Magnetfeld und damit zum ersten Strom anliegt, wobei dieser Magnetfeldwandler beispielsweise durch einen Hallwandler realisiert werden kann.

Wird der Elektromotor beispielsweise durch einen Wechselstrommotor realisiert, so kann die erste Detektionseinheit beispielsweise ein induktiver Stromwandler sein, wie z.B. ein Transformator, der primärseitig vom zu erfassenden ersten Strom durchflossen wird, und auf dessen Sekundärseite der transformierte erste Strom in die am Ausgang der ersten Detektionseinheit anliegende Spannung umgewandelt wird.

Diese Umwandlung kann beispielsweise durch einen Shunt-Widerstand erfolgen.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die zweite Spannung an einem Kondensator anliegt, und der Kondensator mit der Schalteinheit verbunden ist, und wobei der Kondensator ein thermisches Gedächtnis für vorhergehende thermische Abschaltungen des Elektromotors darstellt.

Der als thermisches Gedächtnis verwendete Kondensator kann beispielsweise durch die am Kondensator anliegende Spannung die Erwärmung des Elektromotors während des normalen Betriebs und während einer Überlastungsphase nachbilden. Hierbei kann z.B. permanent die Wärmebilanz des Elektromotors gespeichert werden, so dass nach einer thermischen Abschaltung des Motors der thermische Zustand des Motors bekannt ist. Nach einer thermischen Abschaltung liegt damit an dem Kondensator eine dem thermischen Zustand des Elektromotors zugeordnete Spannung an, wobei nachfolgend der Kondensator nach einer vordefinierten Charakteristik entladen wird, so dass sich die Spannung am Kondensator verringert. Das Entladen kann beispielsweise über einen Widerstand erfolgen, wobei der Kondensator und der Widerstand die vordefinierte Entladecharakteristik definieren. Der Mikrocontroller kann die zweite Spannung über die erfindungsgemäße Messvorrichtung erfassen und beispielsweise einen erneuten Start des abgeschalteten Motors erst dann zulassen, wenn die zweite Spannung unter einen vordefinierten Pegel fällt, womit z.B. verhindert wird, dass der Motor nach einer vorhergehenden thermischen Abschaltung wieder zu schnell eingeschaltet wird und hierdurch Schaden nimmt. Damit kann der als thermisches

Gedächtnis wirkende Kondensator beispielsweise das Bimetall ersetzen, welches in einem Motorschutzschalter zum Schutz des Elektromotors nach einer thermischen Abschaltung verwendet wird.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass ein Operationsverstärker zwischen dem Kondensator und der Schalteinheit platziert ist.

Der Operationsverstärker kann dazu dienen, dass der Kondensator nicht über die Schalteinheit entladen wird.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass zwischen dem Ausgang der ersten Detektionseinheit und dem ersten Eingang des Differenzspannungsmessers eine Filtereinheit platziert ist.

Diese Filtereinheit kann z.B. eine Tiefpasscharakteristik aufweisen, um hochfrequente Anteile der Spannung am Ausgang der Detektionseinheit zu unterdrücken und somit die Messgenauigkeit zu erhöhen. So kann diese Filtereinheit z.B. durch eine Viertorschaltung realisiert werden, bei der am Eingang und am Ausgang jeweils ein Kondensator gegen Masse geschaltet ist, und zwischen dem Ein- und dem Ausgang des Viertors ein Widerstand geschaltet ist.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Elektromotor ein Wechselstrommotor ist, und der erste Strom einen ersten Phasenstrom darstellt.

Der Elektromotor kann sowohl ein Einphasenwechselstrommotor sein, dem dann genau ein Phasenstrom zugeführt wird, er kann allerdings auch ein

Mehrphasenwechselstrommotor sein, wie z.B. ein Dreiphasenwechselstrommotor.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die erste Detektionseinheit folgende Mittel umfasst: Einen Stromwandler, durch dessen Primärseite der zu erfassende Phasenstrom fließt; und einen Gleichrichter, welcher an dem sekundärseitigen Ausgang des Stromwandlers angeschlossen ist zum Gleichrichten des transformierten Phasenstroms; und einen Widerstand, der zwischen dem Gleichrichter und einem Massepunkt angeschlossen ist, derart, dass der transformierte und gleichgerichtete Phasenstrom durch den Widerstand fließt und über dem Widerstand eine Spannung abfällt, und diese Spannung an dem Ausgang der Detektionseinheit anliegt.

Der Stromwandler kann z.B. auf verschiedene Nennstrombereiche einstellbar sein, so dass sich sekundärseitig unabhängig vom absoluten Nennstrombereich des jeweiligen Elektromotors ein konstanter transformierter Strombereich ergibt. Die Einstellung des Stromwandlers auf den jeweiligen Nennstrombereich in Abhängigkeit des Elektromotors kann z.B. durch das Wicklungsverhältnis zwischen Primär- und Sekundärseite realisiert werden.

Der Gleichrichter kann z.B. durch einen Einweggleichrichter realisiert werden, oder aber auch durch einen Mehrwegegleichrichter.

Der Widerstand kann ferner derart an den Gleichrichter angeschlossen sein, dass über dem ersten Widerstand eine negative Spannung gegen Masse abfällt.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Gleichrichter ein Brückengleichrichter ist, und ein zweiter Ausgang des Brückengleichrichters die Versorgungsspannung erzeugt.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass dem Elektromotor mindestens ein weiterer Phasenstrom zugeführt wird, und jedem des mindestens einen weiteren Phasenstroms jeweils eine weitere Detektionseinheit und jeweils ein im Mikrocontroller angeordneter Spannungsmesser zugeordnet ist, wobei jede dieser mindestens einen weiteren Detektionseinheit der ersten Detektionseinheit entspricht, so dass jeweils am Ausgang dieser mindestens einen weiteren Detektionseinheit eine Spannung anliegt, welche vom jeweils zugeordneten und erfassten Phasenstrom abhängt; und wobei ferner jeder Ausgang dieser mindestens einen weiteren Detektionseinheit mit einem ersten Eingang des jeweils zugeordneten Spannungsmessers verbunden ist.

Gemäß dieser Ausgestaltung der Erfindung ist der Elektromotor ein Mehrphasenwechselstrommotor, wie z.B. ein Dreiphasenwechselstrommotor. Jeder einzelne der dem Motor zugeführten Phasenströme wird durch eine separate Detektionseinheit erfasst, die vom Aufbau der vorher beschrieben ersten Detektionseinheit entspricht. Somit gelten alle vorher beschriebenen Ausgestaltungen der ersten Detektionseinheit auch für jede der mindestens einen weiteren Detektionseinheit. Somit kann jeder der dem Elektromotor zugeführte Phasenstrom durch die jeweils zugeordnete Detektionseinheit erfasst werden, wobei jeder dieser Detektionseinheiten die dem detektierten Phasenstrom entsprechende Ausgangsspannung dem Mikrocontroller zur Spannungsmessung zuführt. Der

Mikrocontroller besitzt hierzu neben dem Differenzspannungsmesser mindestens einen weiteren Spannungsmesser. Dieser mindestens eine weitere Spannungsmesser kann durch einen AD-Wandler mit einem Eingang realisiert werden, jedoch kann dieser mindestens eine weitere Spannungsmesser auch durch einen Differenzspannungsmesser ausgeführt werden, wie z.B. ein Sigma Delta AD Wandler. Wird ein solcher Differenzspannungsmesser für den mindestens einen weiteren Spannungsmesser verwendet, so kann der erste Eingang des Differenzspannungsmesser, an dem die Ausgangsspannung der zugeordneten Detektionseinheit anliegt, der negative Eingang des Differenzspannungsmessers sein, während der positive Eingang des Differenzspannungsmesser mit Masse verbunden ist, wobei zwischen diesem positiven Eingang und der Masse ein Widerstand geschaltet sein kann.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass zwischen mindestens einem Ausgang der mindestens einen weiteren Detektionseinheit und dem ersten Eingang des jeweils zugeordneten Spannungsmesser eine Filtereinheit platziert ist.

Für diese Filtereinheit gelten die zuvor ausgeführten Ausgestaltungen der Filtereinheit zwischen der ersten Detektionseinheit und dem zugehörigen Differenzspannungsmessers.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass mindestens einer des mindestens einen weiteren Spannungsmessers ein Sigma Delta AD Wandler ist, und ein zweiter Eingang dieses mindestens einen Sigma Delta AD Wandlers mit Masse verbunden ist und wobei der erste

Eingang des mindestens einen Sigma AD Wandlers der negative Eingang ist, und der zweite Eingang des mindestens einen Sigma Delta AD Wandlers der positive Eingang ist. Zwischen dem positiven Eingang dieses mindestens einen Sigma Delta AD Wandlers und der Masse kann ein Widerstand geschaltet sein.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Mikrocontroller und die mindestens eine Detektionseinheit in einem Motorschutzschalter angeordnet sind.

Der Motorschutzschalter dient zum Schutz eines Elektromotor, beispielsweise vor einer Überlast, wobei der Mikrocontroller zur Überwachung von mindestens einem dem Elektromotor zugeführten Strom verwendet wird, wobei dieser mindestens eine dem Elektromotor zugeführte Strom durch die mindestens eine Detektionseinheit erfasst wird. Jede der mindestens einen Detektionseinheit gibt eine dem jeweils erfassten Strom proportionale Spannung aus, welche von jeweils einem Spannungsmesser innerhalb des Mikrocontrollers erfasst wird. Aufgrund der mindestens einen erfassten Spannung kann der Mikrocontroller prüfen, ob der mindestens eine dem Elektromotor zugeführte Strom einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet, und dann eine Überlastabschaltung des Elektromotors ausführen.

Somit kann das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung zur Realisierung eines elektronischen Motorschutzschalters verwendet werden. Bei einem Dreiphasen-Wechselstrommotor kann beispielsweise mit einem Mikrocontroller, welcher drei Differenzspannungsmesser besitzt, jeder der drei dem Motor zugeführten Phasenströme mit jeweils einem

Differenzspannungsmesser erfasst werden, und ferner kann mit einem der drei Differenzspannungsmesser mit Hilfe der vorliegenden Erfindung parallel auch eine zweite Spannung, die z.B. an dem als thermisches Gedächtnis wirkenden Kondensator anliegt, erfasst werden. Somit kann der Mikrocontroller mit nur drei Differenzspannungsmesser vier Spannungen erfassen, so dass eine kostengünstige Realisierung des elektronischen Motorschutzschalters ermöglicht wird.

Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das bekannte Spannungspotential Masse ist.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Zeichnungen, die zwei Ausführungsbeispiele zeigen, näher erläutert.

Dabei zeigen:

- Fig. 1: Eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung.
- Fig. 2: Ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung.
- Fig. 3: Eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung.
- Fig. 4: Ein exemplarisches Spannungsdiagramm zur Visualisierung der erfindungsgemäßen

wiederholten Spannungsmessung bei der weiteren Ausführungsform.

Das in Fig. 1 gezeigte Blockschaltbild zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Messung einer ersten Spannung U_1 und einer zweiten Spannung U_2 . Die erfindungsgemäße Spannungsmessung wird im Folgenden unter Einbeziehung des in Fig. 2 dargestellten Flussdiagramms, in welcher die Schritte des erfindungsgemäßen Messverfahrens dargestellt sind, erläutert. Die in Fig. 2 dargestellten Verfahrensschritte können beispielsweise auf einem Mikrocontroller, aber auch z.B. auf einen DSP ausgeführt werden.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung umfasst einen Mikrocontroller **130**, welcher einen Differenzspannungsmesser **131** mit einem ersten Eingang IN_1 und einen zweiten Eingang IN_2 beinhaltet. Die erste zu messende Spannung U_1 liegt am ersten Eingang IN_1 Differenzspannungsmessers **131** an. Der zweite Eingang IN_2 des Differenzspannungsmesser **131** ist über ein Entkopplungsglied **120** mit einer Schalteinheit **110** verbunden. Die Schalteinheit schaltet durch ein Schaltelement **111**, welches beispielsweise durch ein Relais oder einen Transistor realisiert werden kann, entweder die zu messende zweite Spannung U_2 an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers **131**, oder eine bekannte Spannung U_B an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers **131**. Die Schalteinheit **110** ist ferner über eine Steuerleitung mit dem Mikrocontroller **130** verbunden, so dass der Mikrocontroller mit Hilfe der Schalteinheit entweder die zu messende Spannung U_2 oder

die bekannte Spannung U_B an den zweiten Eingang IN_2 des Differenzspannungsmessers **131** schalten kann.

Es sei im Folgenden ohne Einschränkung angenommen, dass der erste Eingang IN_1 des Differenzspannungsmessers **131** der negative Eingang ist, und dass der zweite Eingang IN_2 des Differenzspannungsmessers der positive Eingang ist.

Zu Beginn der Spannungsmessung steuert der Mikrocontroller **130** die Schalteinheit **110** derart an, dass das bekannte Spannungspotential U_B am zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers anliegt. Dies entspricht Schritt **210** des in Fig. 2 dargestellten Verfahrens. Der Differenzspannungsmesser misst nun gemäß Schritt **211** eine erste Differenzspannung $U_{D,1} = U_B - U_1$. Aus dieser ersten Differenzspannung kann der Mikrocontroller die Spannung U_1 gemäß Schritt **212** wie folgt bestimmen: $U_1 = U_B - U_{D,1}$

Es kann besonders vorteilhaft sein, die bekannte Spannung U_B auf Massepotential zu legen, d.h. $U_B = 0V$, da somit der Mikrocontroller die zu messende Spannung U_1 direkt aus der gemessenen ersten Differenzspannung $U_{D,1}$ ohne Berechnungen bestimmen kann.

Nachfolgend steuert der Mikrocontroller die Schalteinheit **110** derart an, dass die zweite Spannung U_2 am zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers anliegt. Dies entspricht Schritt **213** des in Fig. 2 dargestellten Flussdiagramms. Der Differenzspannungsmesser **131** misst nun eine zweite Differenzspannung $U_{D,2} = U_2 - U_1$ entsprechend Schritt **214**.

Der Mikrocontroller **130** kann nun beispielsweise in Schritt **215** überprüfen, ob die zweite gemessene Differenzspannung $U_{D,2}$ oberhalb eines Grenzwertes U_L liegt. Diese Überprüfung kann beispielsweise dazu eingesetzt werden, um zu kontrollieren ob die zweite gemessene Differenzspannung $U_{D,2}$ im zulässigen Messbereichs des Differenzspannungsmessers **131** liegt. Erkennt der Mikrocontroller in Schritt **215** z.B. eine Spannungsüberschreitung, so beginnt das Verfahren der Spannungsmessung wieder bei Schritt **210**. Die Messwiederholung erfolgt so lange bis keine Spannungsüberschreitung in Schritt **215** festgestellt wird. Somit kann verhindert werden, dass durch Überschreitung des zulässigen Messbereichs des Differenzspannungsmessers **131** die Messung verfälscht wird.

Liegt keine Spannungsüberschreitung in Schritt **215** vor, so bestimmt der Mikrocontroller **130** aus der zuvor bestimmten ersten Spannung U_1 und der gemessenen zweiten Differenzspannung $U_{D,2}$ die zweite Spannung wie folgt:

$$U_2 = U_{D,2} + U_1$$

Somit können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1 und des erfindungsgemäßen Verfahren nach Fig. 2 zwei Spannungen mit nur einem Differenzspannungsmesser **131** gemessen werden. Ferner ermöglicht diese erfindungsgemäße Messung das Ausnutzen des kompletten Messbereichs des Differenzspannungsmessers **131**.

Der Differenzspannungsmesser **131** kann z.B. durch einen Sigma Delta AD-Wandler realisiert werden. Das Entkopplungselement **120** dient zur Entkopplung der

Schalteinheit **110** vom zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers **131**, und kann beispielsweise durch einen Widerstand realisiert werden. Das Entkopplungselement **120** kann jedoch auch weggelassen werden.

Das in Fig. 3 gezeigte Blockschaltbild zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zur Erfassung von drei Phasenströmen i_1, i_2, i_3 , welche einem Dreiphasen Elektromotor zugeführt werden, durch einen Mikrocontroller **340**. Die in Fig. 3 gezeigte Anordnung kann beispielsweise in einem Motorschutzschalter angeordnet sein und dort die dem Motor zugeführten Ströme überwachen, so dass der Mikrocontroller **340** z.B. durch Auswerten der drei Phasenströme i_1, i_2, i_3 eine Überlast oder einen Kurzschlussstrom erkennen kann und dann eine Abschaltung des Motors durchführt.

Ferner erfasst der Mikrocontroller **340** eine weitere Spannung U_x , welche über dem Kondensator C abfällt und am Ausgang der thermischen Gedächtniseinheit **320** anliegt. Die Spannung U_x ist hierbei ein Maß für die thermische Belastung des Elektromotors, d.h. der Kondensator C wirkt als thermisches Gedächtnis des Elektromotors. Die thermische Gedächtniseinheit **320** und damit der Kondensator wird so angesteuert, z.B. durch das Signal TG_IN, dass sich nach einer Abschaltung des Elektromotors, die z.B. durch eine von Mikrocontroller **340** detektierte Überlast erfolgen kann, der Kondensator C entlädt, so dass die verringernde Spannung U_x dem Abkühlen des Elektromotors entspricht. Diese Entladung kann über einen Widerstand erfolgen (in Fig. 3 nicht gezeigt). Ferner befindet sich zwischen dem Kondensator C

und dem Ausgang der thermischen Gedächtniseinheit **320** ein Operationsverstärker OP, welcher verhindert, dass der Kondensator C beispielsweise über die Schalteinheit entladen wird. Die Kondensatorspannung wird somit mittels des Operationsverstärkers OP und des Widerstands R_6 an den Ausgang der thermischen Gedächtniseinheit **320** gelegt. Der Mikrocontroller **340** erfasst die Spannung U_x mit Hilfe der erfindungsgemäßen Messvorrichtung und kann beispielsweise ein erneutes Einschalten des Motor nach einer Abschaltung des Motors erst dann wieder zulassen, wenn die Spannung U_x unter einen vordefinierten Pegel gefallen ist und der Elektromotor somit hinreichend abgekühlt ist. Hiermit kann verhindert werden, dass der Elektromotor nach einer Überlast-Auslösung durch ein zu schnelles Wiedereinschalten thermisch überlastet wird. Gleichzeitig wird durch das thermische Gedächtnis beim Eintreten einer Überlastung die Vorerwärmung des Elektromotors berücksichtigt. Damit kann der als thermisches Gedächtnis wirkende Kondensator C zusammen mit dem Mikrocontroller **340** den Rückbiegevorgang eines Bimetalls in einem Motorschutzschalter simulieren. Somit werden bei der erfindungsgemäßen Auslöseinheit keine Bimetalle benötigt.

Die erste Detektionseinheit **311** erfasst den ersten dem Elektromotor zugeführten positiven Strom i_1 , so dass am Ausgang **351** der Detektionseinheit **311** eine negative Spannung $U_{i,1}$ anliegt, welche vom erfassten Strom i_1 abhängt. Solange der in der ersten Detektionseinheit **311** enthaltene Stromwandler nicht in Sättigung geht, ist die Spannung $U_{i,1}$ proportional zum erfassten Strom i_1 . Der in der ersten Detektionseinheit **311** verwendete Stromwandler weist auf der Primärseite, d.h. auf der vom Strom i_1

durchflossenen Seite, nur eine geringe Windungsanzahl auf, während die Windungszahl auf der Sekundärseite wesentlich höher ist. Somit kann ein höherer primärseitiger Strom i_1 auf einen kleineren sekundärseitigen Strom transformiert werden. Das Wicklungszahlverhältnis kann vorzugsweise so ausgewählt werden, dass sich unabhängig vom jeweiligen primärseitig zu erfassenden Strombereich, der vom jeweils eingesetzten Elektromotor und dem Nennstrom des Elektromotors abhängt, sekundärseitig ein konstanter Strombereich ergibt. Somit muss die sekundärseitige Schaltung zur Stromerfassung nicht für jeden verschiedenen primärseitig zu erfassenden Strombereich neu dimensioniert werden. Wie in Fig. 3 gezeigt, umfasst die erste Detektionseinheit **311** einen Brückengleichrichter, durch den der transformierte Strom i_1 fließt. Ein Ausgang des Brückengleichrichters generiert eine Versorgungsspannung $U_{V,1}$, während ein anderer Ausgang des Brückengleichrichters über einen Widerstand R_1 gegen Masse verbunden ist. Somit fließt der transformierte und gleichgerichtete Strom i_1 durch den Widerstand R_4 , so dass über dem Widerstand R_4 gegen Masse die negative Spannung $U_{i,1}$ abfällt, und diese negative Spannung $U_{i,1}$ am Ausgang **351** der ersten Detektionseinheit **311** anliegt.

Analog zur ersten Detektionseinheit **311** erfasst die zweite Detektionseinheit **312** den zweiten Phasenstrom i_2 , so dass am Ausgang der zweiten Detektionseinheit **312** die von i_2 abhängige negative Spannung $U_{i,2}$ anliegt; und die dritte Detektionseinheit **313** erfasst den dritten Phasenstrom i_3 , so dass am Ausgang der dritten Detektionseinheit **313** die von i_3 abhängige negative

Spannung $U_{i,3}$ anliegt. Die zweite Detektionseinheit **312** und die dritte Detektionseinheit **313** entsprechen vom Aufbau her der zuvor beschriebenen ersten Detektionseinheit **311**.

Diese drei ausgegebenen negativen Spannungen $U_{i,1}, U_{i,2}, U_{i,3}$ stellen somit Messgrößen für die dem Motor zugeführten Phasenströme i_1, i_2, i_3 dar.

Der Mikrocontroller **340** umfasst drei Differenzspannungsmesser **360, 370, 380**, wobei diese Differenzspannungsmesser **360, 370, 380** beispielsweise jeweils durch einen Sigma Delta AD Wandler realisiert werden können.

Der Ausgang der ersten Detektionseinheit **351** ist mit dem negativen Eingang **361** des ersten Differenzspannungsmesser **360** verbunden, so dass am negativen Eingang **361** des ersten Differenzspannungsmesser **360** die negative Spannung $U_{i,1}$ anliegt. Ferner ist der positive Eingang **362** des ersten Differenzspannungsmessers **360** über das Entkopplungsglied **390**, das in diesem Beispiel durch den Widerstand R_k realisiert ist, mit der Schalteinheit verbunden.

Die Schalteinheit umfasst den Transistor T_1 , wobei der Transistor T_1 in einem ersten Zustand leitend ist und hierbei das Massepotential über das Entkopplungsglied **390** an den positiven Eingang **362** des ersten Differenzspannungsmessers **360** leitet. In einem zweiten Zustand ist der Transistor T_1 nichtleitend, so dass die Spannung U_x über das Entkopplungsglied **390** an den positiven Eingang **362** des ersten

Differenzspannungsmessers **360** geschaltet wird. Der Transistor T_1 ist über eine Steuerleitung mit dem Mikrocontroller **340** verbunden, so dass der Mikrocontroller **340** den Transistor T_1 über diese Steuerleitung entweder in den ersten oder in den zweiten Zustand ansteuern kann, womit entweder das Massepotential oder die Spannung U_x an den positiven Eingang **362** des ersten Differenzspannungsmessers **360** angelegt wird.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Messverfahrens kann der erste Differenzspannungsmesser **360** sowohl die erste Spannung $U_{i,1}$, als auch die zweite Spannung U_x messen. Dieses Messverfahren wird im Folgenden unter Einbeziehung der Fig. 2, in der ein Ablaufdiagramm des Messverfahrens dargestellt ist, erläutert, wobei die in diesem Ausführungsbeispiel verwendete erste Spannung $U_{i,1}$ der Spannung U_1 in Fig. 2 entspricht, und ferner die zweite Spannung U_x der Spannung U_2 in Fig. 2 entspricht.

Der Mikrocontroller **340** steuert den Transistor T_1 über die Steuerleitung zunächst in den ersten Zustand an, so dass der Transistor T_1 leitet und das Massepotential am positiven Eingang **362** des ersten Differenzspannungsmessers **360** anliegt. Damit wird gemäß Schritt **210** ein bekanntes Spannungspotential, d.h. in diesem Ausführungsbeispiel das Massepotential, an den zweiten Eingang **362**, d.h. den negativen Eingang, des ersten Differenzspannungsmessers **360** angelegt. Gemäß Schritt **211** misst der erste Differenzspannungsmesser **360** nun die erste Differenzspannung $U_{D,1}^1 = 0V - U_{i,1}$. Da das bekannte Spannungspotential das Massepotential ist, kann der Mikrocontroller **340** aus der gemessenen ersten

Differenzspannung $U_{D,1}^1$ gemäß Schritt **212** direkt die Spannung $U_{i,1}$ bestimmen. Ferner ist die gemessene erste Differenzspannung $U_{D,1}^1$ positiv, weil die Spannung $U_{i,1}$ ein negatives Vorzeichen aufweist.

Somit kann die negative Spannung $U_{i,1}$ mit einfachen Mitteln gemessen werden, während bei Verwendung eines Mikrocontroller mit AD-Wandlern ohne Differenzeingängen, bei denen sich die einfachen Eingänge auf GND beziehen würden, die zu messende negative Spannung $U_{i,1}$ mit erhöhtem schaltungstechnischen Aufwand in eine positive Spannung konvertiert werden müsste.

Die gemessene erste Differenzspannung $U_{D,1}^1$ ist ferner proportional zum ersten Phasenstrom i_1 , solange der Stromwandler in der ersten Detektionseinheit **311** nicht in Sättigung geht. Somit kann der Mikrocontroller **340** über die gemessene erste Differenzspannung $U_{D,1}^1$ den ersten Phasenstrom i_1 erfassen.

Nach Bestimmung der Spannung $U_{i,1}$ schaltet der Mikrocontroller **340** den Transistor T_1 in den zweiten Zustand, d.h. der Transistor T_1 sperrt, so dass gemäß Schritt **213** die Spannung U_x am positiven Eingang **362** des ersten Differenzspannungsmessers **360** anliegt. Die Spannung $U_{i,1}$ liegt weiterhin am negativen Eingang **361** des ersten Differenzspannungsmessers **360** an. Gemäß Schritt **214** misst der erste Differenzspannungsmesser **360** nun die zweite Differenzspannung $U_{D,2}^1 = U_x - U_{i,1}$.

Der Mikrocontroller **340** prüft nun gemäß Schritt **215** nach, ob die zweite gemessene Differenzspannung $U_{D,2}^1$ einen vorbestimmten Grenzwert U_L überschreitet. Mit dieser Prüfung kann der Mikrocontroller **340** überprüfen, ob die Spannung $U_{D,2}^1$ im zulässigen Messbereich des ersten Differenzspannungsmessers **360** liegt. Der Grenzwert U_L ist somit in Abhängigkeit des Messbereichs des ersten Differenzspannungsmessers **360** zu wählen. Überschreitet die zweite gemessene Differenzspannung $U_{D,2}^1$ den vorbestimmten Grenzwert U_L , so beginnt der Mikrocontroller **340** den gesamten Messvorgang von vorne, d.h. der Mikrocontroller **340** schaltet gemäß Schritt **210** den Transistor T_1 in den ersten Zustand, so dass die das Massepotential am positiven Eingang des ersten Differenzspannungsmessers **360** anliegt und die erste Differenzspannung $U_{D,1}^1$ gemessen wird. Die Schritte **210** bis **215** werden hierbei vom Mikrocontroller **340** solange wiederholt, bis die zweite gemessene Differenzspannung $U_{D,2}^1$ nicht mehr den vorbestimmten Grenzwert U_L überschreitet. Überschreitet die zweite gemessene Differenzspannung $U_{D,2}^1$ nicht den Grenzwert $U_{D,2}^1$, d.h. liegt kein Überlauf des ersten Differenzspannungsmessers **360** vor, so kann der Mikrocontroller **340** gemäß Schritt **216** die zweite Spannung U_x , die im Flussdiagramm in Fig. 2 als U_2 bezeichnet ist, aus der bereits in Schritt **212** bestimmten Spannung $U_{i,1}$ wie folgt bestimmen:

$$U_x = U_{D,2}^1 + U_{i,1}$$

Fig. 4 zeigt diese Messwiederholung anhand eines exemplarischen Spannungsdiagramms, in dem der zeitliche

Spannungsverlauf der negativen ersten Spannung $U_{i,1}$ und die zweite Spannung U_x dargestellt ist. Zur Übersichtlichkeit sind in diesem Spannungsdiagramm nur die Abtastpunkte **401**, **411** und **402**, **412** zur Messung der zweiten gemessenen Differenzspannung $U_{D,2}^I$ dargestellt. Bei der ersten Messung der zweiten Differenzspannung $U_{D,2}^I$ mittels der Abtastpunkte **401** und **411**, wozu der Transistor T_1 vom Mikrocontroller **340** gesperrt wird, so dass die Spannung U_x am zweiten Eingang **362** des ersten Differenzspannungsmessers **360** anliegt, liegt die gemessene zweite Differenzspannung $U_{D,2}^I$ oberhalb des vorgegebenen Grenzwertes U_L , d.h. es liegt eine Überschreitung des Messbereichs des ersten Differenzspannungsmessers **360** vor. Dies wird vom Mikrocontroller **340** in Schritt **215** erkannt, und die Spannungsmessung beginnt von vorne bei Schritt **210** zur erneuten Messung der ersten Differenzspannung $U_{D,1}^I$ (nicht in Fig. 4 gezeigt). Nach der erneuten Messung der zweiten Differenzspannung $U_{D,2}^I$ in Schritt **214**, in Fig. 4 durch die Abtastpunkte **402** und **412** visualisiert, wird wiederum vom Mikrocontroller **340** gemäß Schritt **215** überprüft, ob eine Überschreitung der zweiten Differenzspannung $U_{D,2}^I$ vorliegt. Da die in Fig. 4 gemessene zweite Differenzspannung $U_{D,2}^I$ unterhalb des Grenzwertes U_L liegt, fährt der Mikrocontroller **340** fort mit der Bestimmung der zweiten Spannung U_x (in Schritt **216** als Spannung U_2 bezeichnet). In Bezug auf Fig. 4 sei ferner angemerkt, dass diese Figur nicht maßstabsgetreu ist, so erfolgt z.B. die Messung der ersten Differenzspannung $U_{D,1}^I$ und die nachfolgenden zweiten Differenzspannung $U_{D,2}^I$ in einem

zeitlich sehr kurzen Abstand, da sich ansonsten die erste Spannung $U_{i,1}$ zwischen den beiden Messungen zu stark ändern würde und damit die Messung verfälschen würde.

Des Weiteren ist der Ausgang der zweiten Detektionseinheit **312** mit dem negativen Eingang **371** des zweiten Differenzspannungsmessers **370** verbunden, und der Ausgang der dritten Detektionseinheit **313** ist mit dem negativen Eingang **381** des dritten Differenzspannungsmessers **380** verbunden. Der positive Eingang **372** des zweiten Differenzspannungsmessers **370** und der positive Eingang **382** des dritten Differenzspannungsmessers **380** ist jeweils über einen Widerstand R_4 , R_5 mit Masse verbunden. Somit ist die vom zweiten Differenzspannungsmesser **370** gemessene Spannung $U_D^2 = -U_{i,2}$ direkt proportional zum zweiten Phasenstrom i_2 , und die vom dritten Differenzspannungsmesser **380** gemessene Spannung $U_D^3 = -U_{i,3}$ ist direkt proportional zum dritten Phasenstrom i_3 , solange die Stromwandler der zweiten bzw. dritten Detektionseinheit **312**, **313** nicht in Sättigung gehen.

Zwischen dem negativen Eingang **361** des ersten Differenzspannungsmessers **360** und dem Ausgang **351** der ersten Detektionseinheit **311** kann sich ferner eine Filtereinheit **391** befinden. Diese Filtereinheit **391** kann beispielsweise durch einen Tiefpass realisiert werden, wodurch höherfrequente Anteile der am Ausgang der ersten Detektionseinheit Spannung $U_{i,1}$ gedämpft werden und somit Störungen beim Spannungsmessen mittels des ersten Differenzspannungsmessers **360** vermieden werden können. Diese Filtereinheit **391** kann beispielweise durch zwei

Kondensatoren und einen Widerstand realisiert werden, wie in Fig. 2 gezeigt, es können jedoch auch andere Realisierungsformen gewählt werden. Ferner kann sich eine solche Filtereinheit **391**, **392**, **393** ebenso zwischen dem Ausgang der zweiten Detektionseinheit **312** und dem negativen Eingang **371** des zweiten Differenzspannungsmessers **370** befinden, wie auch zwischen dem Ausgang **313** der dritten Detektionseinheit **353** und dem negativen Eingang **381** des dritten Differenzspannungsmessers **380**.

Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Messvorrichtung und des erfindungsgemäßen Messverfahrens können somit vier verschiedene Spannungen $U_{i,1}$, $U_{i,2}$, $U_{i,3}$, U_x mit nur drei Spannungsmessern **360**, **370**, **380** erfasst werden, so dass kostengünstige Mikrocontroller **340** mit lediglich drei Spannungsmessern **360**, **370**, **380** verwendet werden können. Somit kann die vorliegende Erfindung zur kostengünstigen Realisierung eines elektronischen Motorschutzschalters verwendet werden.

Ferner ermöglicht die vorliegende Erfindung eine weitgehende Ausnutzung des Messbereichs des ersten Differenzspannungsmessers **360** bei der Ermittlung der Spannungen $U_{i,1}$ und U_x .

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt in der effizienten Erfassung der drei negativen Spannungen $U_{i,1}$, $U_{i,2}$, $U_{i,3}$, welche jeweils am negativen Eingang des zugeordneten Differenzspannungsmessers **360**, **370**, **380** anliegen, und somit trotz ihres negativen Vorzeichens direkt und ohne aufwändige Konverterschaltungen, die z.B.

mindestens einen Operationsverstärker enthalten würden,
gemessen werden können.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung mit einem Differenzspannungsmesser (131, 360), wobei der Differenzspannungsmesser (131, 360) einen ersten Eingang, und einen zweiten Eingang umfasst und an dem zweiten Eingang ein bekanntes Spannungspotential anliegt, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
 - (210) Anlegen der ersten Spannung an einen ersten Eingang des Differenzspannungsmessers (131, 360);
 - (211) Messen einer ersten Differenzspannung;
 - (212) Bestimmen der ersten Spannung aus der gemessenen ersten Differenzspannung und dem bekannten Spannungspotential;
 - (213) Anlegen der zweiten Spannung an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers (131, 360);
 - (214) Messen einer zweiten Differenzspannung; und
 - (216) Bestimmen der zweiten Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung und der vorher bestimmten ersten Spannung.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei nach dem Messen der zweiten Differenzspannung geprüft wird (215), ob die zweite Differenzspannung einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet, und das Messverfahren bei Überschreitung des vorbestimmten Grenzwertes wieder von vorne beginnt, wobei das Messverfahren so lange wiederholt wird (210-215), bis die zweite gemessene Differenzspannung den vorbestimmten Grenzwert nicht überschreitet, und erst dann die zweite Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung und der vorher bestimmten ersten Spannung bestimmt wird (216).

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei eine Schalteinheit (110, 330) an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmesser (131, 360) angeschlossen ist, derart, dass die Schalteinheit (110, 330) in einem ersten Zustand das bekannte Spannungspotential an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers schaltet, und dass die Schalteinheit (110, 330) in einem zweiten Zustand die zweite Spannung an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmesser schaltet;
und wobei die Schalteinheit (110, 330) zur Messung der ersten Differenzspannung in den ersten Zustand angesteuert wird, und nachfolgend die Schalteinheit (110, 330) zur Messung der zweiten Differenzspannung in den zweiten Zustand angesteuert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Differenzspannungsmesser (131, 360) in einem Mikrocontroller (130, 340) angeordnet ist, und wobei das Messverfahren durch den Mikrocontroller (130, 340) ausgeführt wird, und insbesondere die Schalteinheit (110, 330) durch den Mikrocontroller gesteuert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Differenzspannungsmesser (131, 360) ein Sigma Delta AD Wandler ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Schalteinheit (110, 330) einen Transistor umfasst.
7. Vorrichtung zur Messung einer ersten Spannung und einer zweiten Spannung umfassend eine Schalteinheit (110, 330) und einen Mikrocontroller (130, 340), der

einen Differenzspannungsmesser enthält (131, 360); wobei die erste Spannung an einem ersten Eingang des Differenzspannungsmessers (131, 360) anliegt; und wobei die Schalteinheit (110, 330) an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmesser (131, 360) angeschlossen ist, derart, dass die Schalteinheit (110, 330) in einem ersten Zustand ein bekanntes Spannungspotential an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers (131, 360) schaltet, und dass die Schalteinheit (110, 330) in einem zweiten Zustand die zweite Spannung an den zweiten Eingang des Differenzspannungsmesser (131, 360) schaltet; wobei der Mikrocontroller (130, 340) die folgenden Schritte ausführt:

- Ansteuern der Schalteinheit (110, 330) in den ersten Zustand;
- Einlesen einer vom Differenzspannungsmesser (131, 360) gemessenen ersten Differenzspannung;
- Bestimmen der ersten Spannung aus der gemessenen ersten Differenzspannung und dem bekannten Spannungspotential;
- Ansteuern der Schalteinheit (110, 330) in den zweiten Zustand;
- Einlesen einer vom Differenzspannungsmesser (131, 360) gemessenen zweiten Differenzspannung; und
- Bestimmen der zweiten Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung und der vorher bestimmten ersten Spannung bestimmt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei der Mikrocontroller (130, 340) nach dem Messen der zweiten Differenzspannung prüft, ob die zweite Differenzspannung einen vorbestimmten Grenzwert überschreitet, und der Mikrocontroller (130, 340) die Messung bei Überschreiten des vorbestimmten

Grenzwertes wieder von vorne beginnt, wobei der Mikrocontroller (130, 340) die Messung so lange wiederholt, bis die zweite Differenzspannung den vorbestimmten Grenzwert nicht überschreitet, und dann erst dann der Mikrocontroller (130, 340) die zweite Spannung aus der gemessenen zweiten Differenzspannung und der vorher bestimmten ersten Spannung bestimmt.

9. Vorrichtung nach einem der Anspruch 7 oder 8, wobei der Differenzspannungsmesser (131, 360) ein Sigma Delta AD Wandler ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Schalteinheit (110, 330) einen Transistor umfasst.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei der erste Eingang des Differenzspannungsmessers (131, 360) der negative Eingang des Differenzspannungsmessers (131, 360) ist, und der zweite Eingang des Differenzspannungsmessers (131, 360) der positive Eingang des Differenzspannungsmessers (131, 360) ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei zwischen der Schalteinheit (110, 330) und dem zweiten Eingang des Differenzspannungsmessers (131, 360) ein Entkopplungsglied (120, 390) platziert ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei der Mikrocontroller (130, 340) mindestens einen weiteren Spannungsmesser (370, 380) umfasst.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 13, wobei die erste Spannung an einem Ausgang einer ersten

Detektionseinheit (311) anliegt, und diese Detektionseinheit (311) zum Erfassen eines ersten Stroms dient, welcher einem Elektromotor zugeführt wird, so dass die an dem Ausgang der ersten Detektionseinheit (311) anliegende Spannung vom erfassten ersten Strom abhängt; und wobei ferner dieser Ausgang mit dem ersten Eingang des Differenzspannungsmessers (131, 360) verbunden ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die zweite Spannung an einem Kondensator anliegt, und der Kondensator mit der Schalteinheit (330) verbunden ist, und wobei der Kondensator ein thermisches Gedächtnis für vorhergehende thermische Abschaltungen des Elektromotors darstellt.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei ein Operationsverstärker zwischen dem Kondensator und der Schalteinheit (330) platziert ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei zwischen dem Ausgang der Detektionseinheit (311) und dem ersten Eingang des Differenzspannungsmessers (360) eine Filtereinheit (391) platziert ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei der Elektromotor ein Wechselstrommotor ist, und der erste Strom einen ersten Phasenstrom darstellt.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, wobei die erste Detektionseinheit (311) folgende Mittel umfasst:
 - einen Stromwandler, durch dessen Primärseite der zu erfassende Phasenstrom fließt; und

- einen Gleichrichter, welcher an dem sekundärseitigen Ausgang des Stromwandlers angeschlossen ist zum Gleichrichten des transformierten Phasenstroms; und
 - einen Widerstand, der zwischen dem Gleichrichter und einem Massepunkt angeschlossen ist, derart, dass der transformierte und gleichgerichtete Phasenstrom durch den Widerstand fließt und über dem Widerstand eine Spannung abfällt, und diese Spannung an dem Ausgang (351) der Detektionseinheit (311) anliegt.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei der Gleichrichter ein Brückengleichrichter ist, und ein zweiter Ausgang des Brückengleichrichters eine Versorgungsspannung generiert.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei dem Elektromotor mindestens ein weiterer Phasenstrom zugeführt wird, und jedem des mindestens einen weiteren Phasenstroms jeweils eine weitere Detektionseinheit (312, 313) und jeweils ein im Mikrocontroller (340) angeordneter Spannungsmesser (370, 380) zugeordnet ist, wobei jede dieser mindestens einen weiteren Detektionseinheit (312, 313) der ersten Detektionseinheit (311) entspricht, so dass jeweils am Ausgang dieser mindestens einen weiteren Detektionseinheit (312, 313) eine Spannung anliegt, welche vom jeweils zugeordneten und erfassten Phasenstrom abhängt; und wobei ferner jeder Ausgang (352, 353) dieser mindestens einen weiteren Detektionseinheit (312, 313) mit einem ersten Eingang des jeweils zugeordneten Spannungsmessers (370, 380) verbunden ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, wobei zwischen mindestens einem Ausgang (352, 353) der mindestens

einen weiteren Detektionseinheit (312, 313) und dem ersten Eingang des jeweils zugeordneten Spannungsmesser (370, 380) eine Filtereinheit (392, 393) platziert ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, wobei mindestens einer des mindestens einen Spannungsmessers (370, 380) ein Sigma Delta AD Wandler ist, und ein zweiter Eingang dieses mindestens einen Sigma Delta AD Wandlers mit Masse verbunden ist, und wobei der erste Eingang des mindestens einen Sigma AD Wandlers der negative Eingang ist, und der zweite Eingang des mindestens einen Sigma Delta AD Wandlers der positive Eingang ist.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 23, wobei der Mikrocontroller (130, 340) und die mindestens eine Detektionseinheit in einem Motorschutzschalter angeordnet sind.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 24, wobei das bekannte Spannungspotential Masse ist.

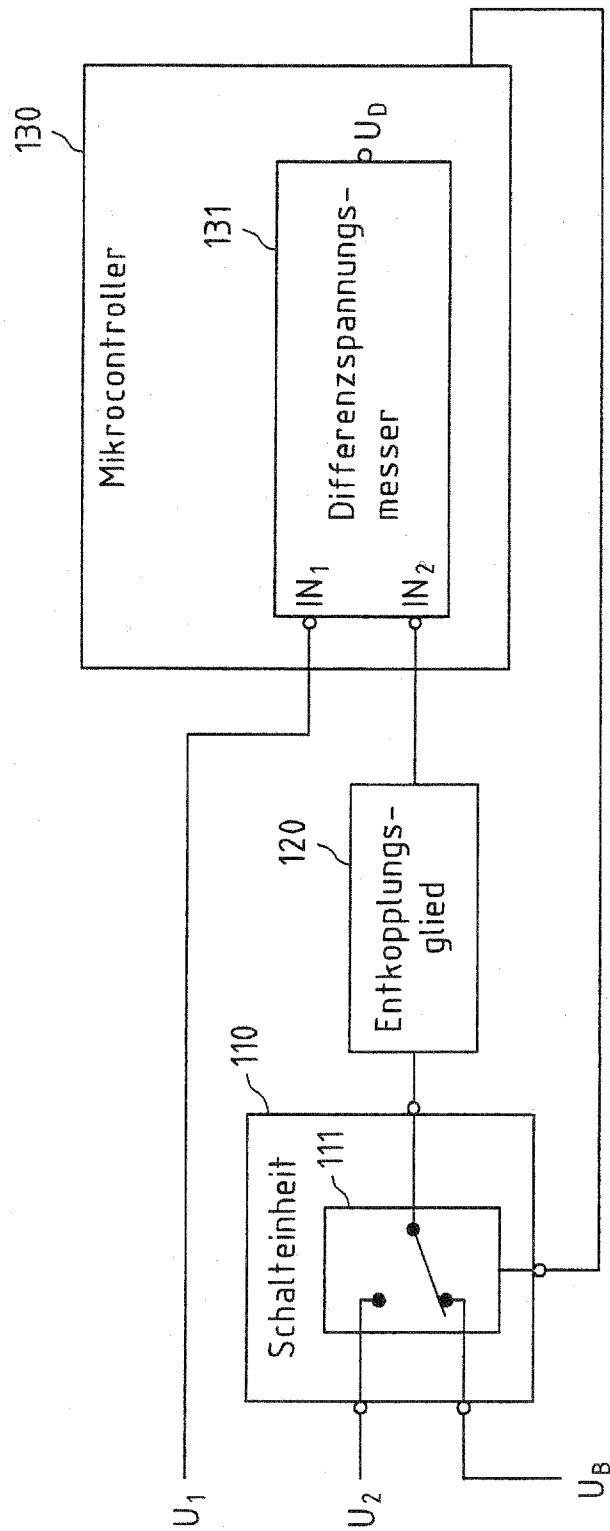


Fig. 1

2/4

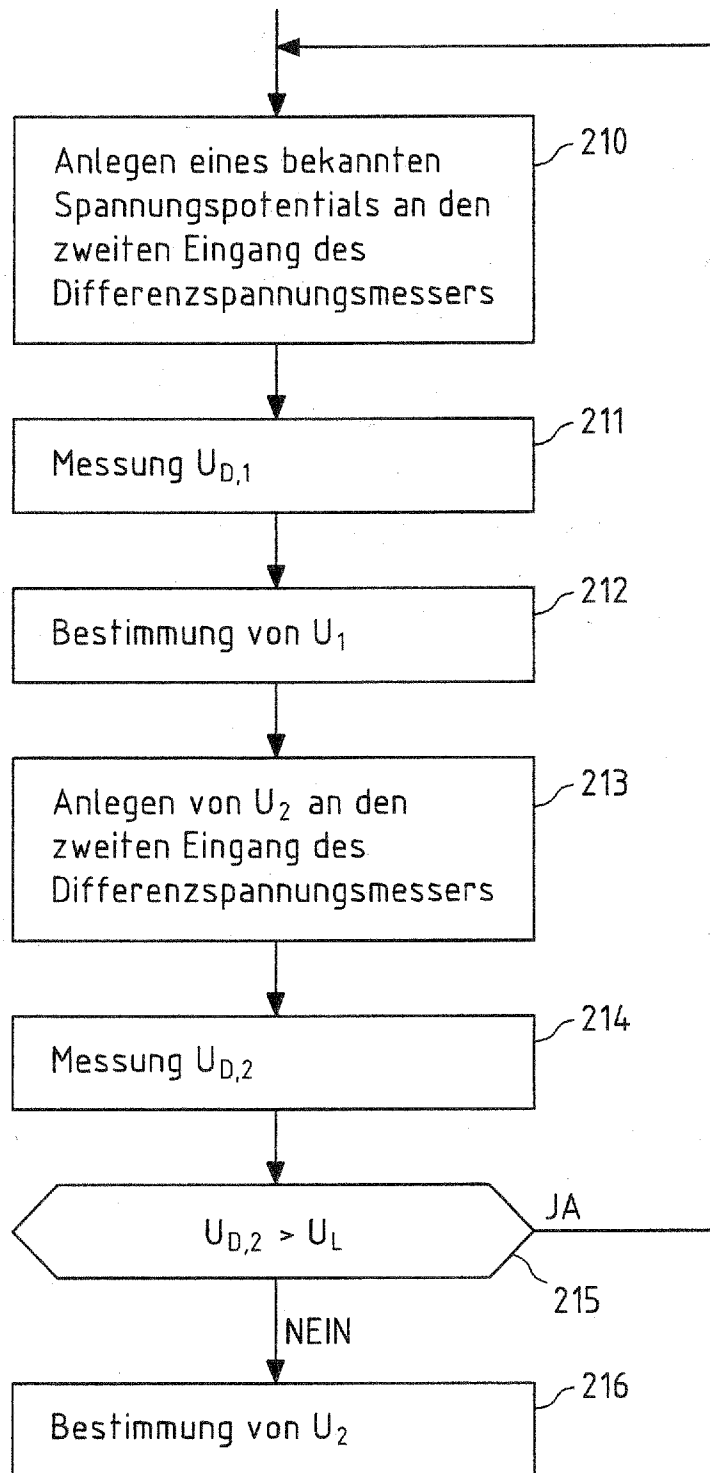


Fig.2

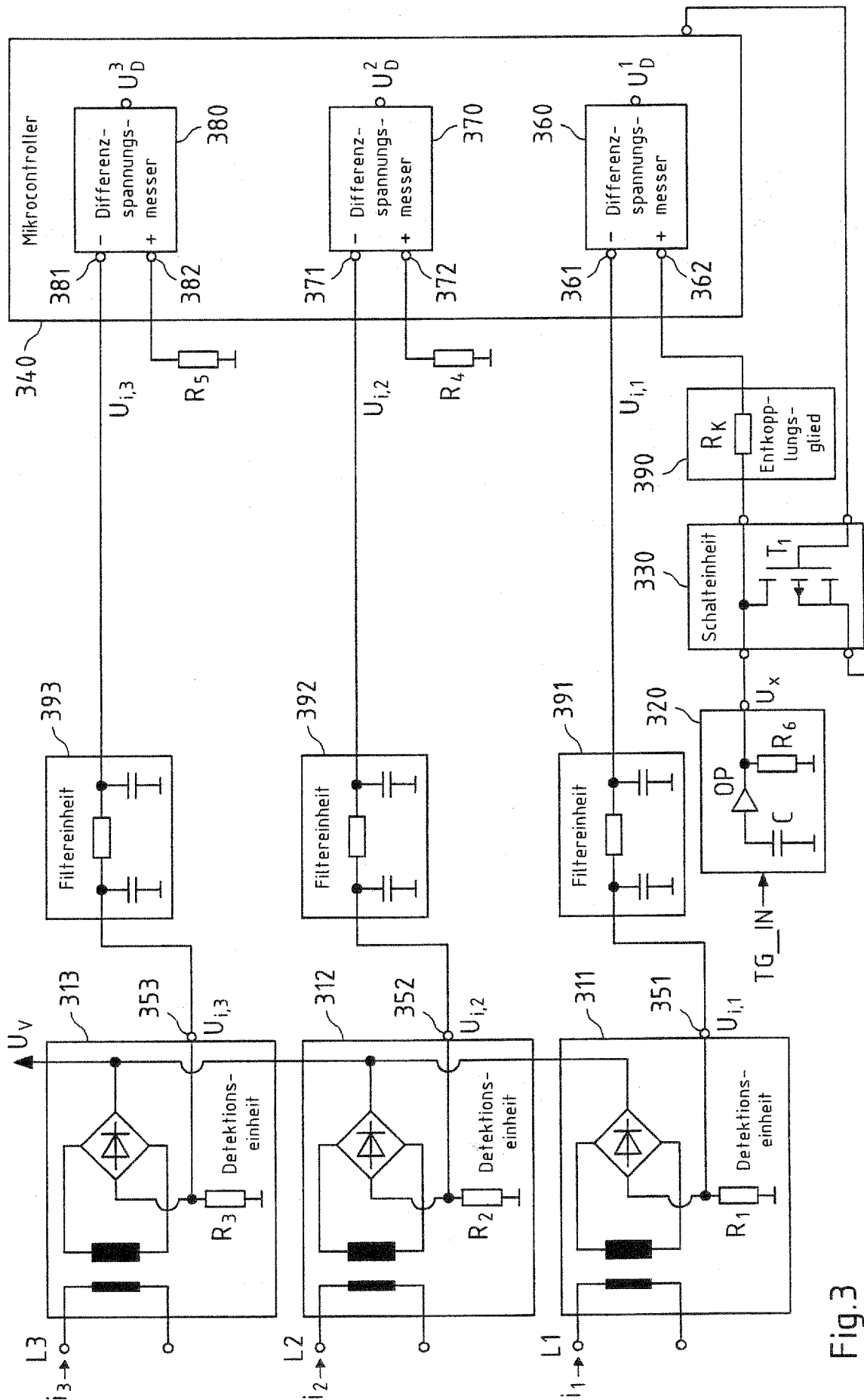


Fig.3

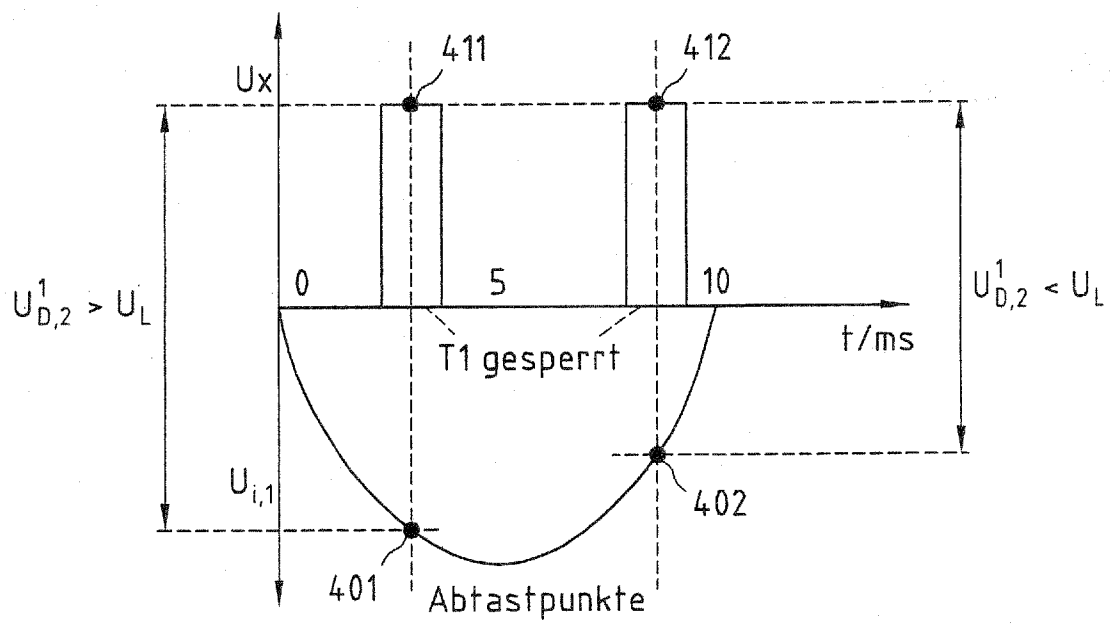


Fig.4