

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1133/92

(51) Int.Cl.⁶ : G01R 15/18

(22) Anmeldetag: 1. 6.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 4.1997

(45) Ausgabetag: 29.12.1997

(56) Entgegenhaltungen:

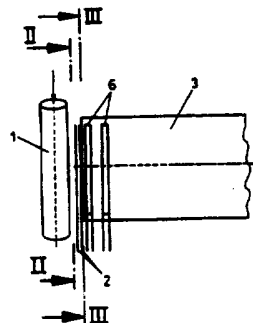
SU 920525A

(73) Patentinhaber:

WINKLER FRANZ DIPL.ING.
A-1210 WIEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUR KONTAKTLOSEN BESTIMMUNG ELEKTRISCHER MESSGRÖSSEN

(57) Bei einem Verfahren zur kontaktlosen Bestimmung elektrischer Meßgrößen, wie z.B. Gleich- oder Wechselspannungen oder -strömen, Leistungen oder Widerständen, in einem Leiter (1), werden wenigstens zwei Spulensysteme (6) in das elektromagnetische Feld des Leiters (1) in verschiedenem Abstand von diesem positioniert, wobei für die Bestimmung von Gleichspannungen und/oder -strömen die Spulen (6) und/oder ein elektrisch leitender Bauteil (3) in der Nähe der Spulen (6) in periodische mechanische Schwingungen versetzt werden. Dadurch gelingt eine kontaktlose bzw. berührungslose Bestimmung derartiger elektrischer Meßgrößen bei einem elektrischen Leiter, welcher nicht zur Gänze umgriffen werden kann.



AT 403 216 B

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur kontaktlosen Bestimmung elektrischer Meßgrößen, wie z.B. Gleich- oder Wechselspannungen oder -strömen, Leistungen oder Widerständen, in einem Leiter.

Für die kontaktlose Bestimmung elektrischer Meßgrößen ist es lediglich im Zusammenhang mit der Messung von Strömen bekannt geworden, elektrische Leiter mit einer Zange berührungslos abzugreifen, wobei die Zange den Leiter möglichst vollständig umgeben soll. Wenn an einem ringförmigen magnetischen Leiter, welcher den stromdurchflossenen Leiter weitestgehend vollständig umgibt, ein Spulensystem angeordnet ist, wird in einem derartigen Spulensystem eine dem Strom im elektrischen Leiter proportionale Größe induziert und auf Grund der bekannten Proportionalität des Induktionsstromes zur die Induktion bewirkenden Meßgröße, ist auf diese Weise eine berührungslose Bestimmung von Stromstärken möglich. Für die kontaktlose Bestimmung von Gleichströmen mit Hilfe solcher Stromzangen wird in dem bekannten Verfahren die Strommessung auf eine Magnetfeldmessung mit Hallsonden oder Magnetisierungskennliniensonden zurückgeführt. Diese Sonden weisen jedoch Nachteile hinsichtlich Offset, Rauschen und Temperaturfehler auf. Weiters ist es nachteilig, daß dieses Verfahren nur dann durchführbar ist, wenn der Leiter, in welchem der zu bestimmende Strom fließt, zur Gänze umgriffen werden kann.

Es ist bekannt, daß elektromagnetische Wechselfelder in Spulen Signale induzieren, welche sich in der Folge zu verschiedenen Anzeigen eignen. Eine quantitative Auswertung zur Bestimmung der Meßgröße selbst ist aber in der Regel mangels geeigneter Referenzfelder nicht ohne weiteres möglich.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit welchem die berührungslose bzw. kontaktlose Bestimmung von Gleich- oder Wechselspannungen, -strömen, Leistungen oder Widerständen selbst dann ermöglicht wird, wenn der elektrische Leiter, an welchem derartige kontaktlose Messungen vorgenommen werden sollen, nicht zur Gänze umgriffen werden kann. Weiters zielt die vorliegende Erfindung darauf ab, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit welchem Gleichspannungen oder Gleichströme dann exakt erfaßt werden können, wenn der elektrische Leiter, an welchem die Messung vorgenommen werden soll, zur Gänze umgriffen werden kann. Zur Lösung dieser Aufgabe besteht das erfindungsgemäße Verfahren im wesentlichen darin, daß wenigstens zwei Spulensysteme in das elektromagnetische Feld des Leiters in verschiedenem Abstand von diesem positioniert werden, wobei für die Bestimmung von Gleichspannungen und/oder -strömen ein elektrisch leitender Bauteil in der Nähe der Spulen in periodische mechanische Schwingungen versetzt wird, daß die Signale der Spulen, gegebenenfalls nach einer Korrektur ihrer Phasen, einer Subtrahierschaltung zur Bestimmung einer Spannungsdifferenz bzw. eines Spannungsgradienten zugeführt werden und daß in einer Auswerteschaltung der Quotient aus dem Quadrat eines Spannungsmeßwertes und des Spannungsgradienten gebildet und einem Ausgang zugeführt wird und daß die Meßwerte von zwei um ein Vielfaches der halben Wellenlänge der periodischen Schwingung des elektrisch leitenden Bauteiles zueinander versetzte Spulensysteme verglichen werden. Dadurch, daß zwei in Abstand voneinander angeordnete Spulensysteme zum Einsatz gelangen, wird zunächst sichergestellt, daß in den beiden voneinander verschiedenen Spulensystemen ihrem Abstand entsprechend unterschiedliche Spannungen induziert werden. Mit Rücksicht auf den bekannten Abstand zwischen den beiden Spulensystemen bzw. mit Rücksicht auf den Umstand, daß die Verschiedenheit der Meßgrößen nunmehr eine Kompensation ermöglicht, gelingt es, auf die tatsächliche zu messende Meßgröße rückzurechnen bzw. rückzuschließen. Im Falle der Bestimmung von Gleichspannungen und/oder Gleichströmen, ist es hier allerdings erforderlich, für eine entsprechende Induktion Sorge zu tragen und dies gelingt dadurch, daß erfindungsgemäß die Spulen und/oder ein elektrisch leitender Bauteil in der Nähe der Spulen in periodische mechanische Schwingungen versetzt werden.

Die Auswertung der elektrischen Signale, welche in einem derartigen Spulensystem induziert werden, erfolgt erfindungsgemäß so, daß die Signale der Spulen, gegebenenfalls nach einer Korrektur ihrer Phasen, einer Subtrahierschaltung zur Bestimmung einer Spannungsdifferenz bzw. eines Spannungsgradienten zugeführt werden und daß in einer Auswerteschaltung der Quotient aus dem Quadrat eines Spannungsmeßwertes und des Spannungsgradienten gebildet und einem Ausgang zugeführt wird. Eine derartige Quotientenbildung ermöglicht es darüberhinaus, das Verfahren, wie es der Erfindung entspricht, so durchzuführen, daß die Meßwerte von zwei um ein Vielfaches der halben Wellenlänge der periodischen Schwingung des elektrisch leitenden Bauteiles zueinander versetzte Spulensysteme verglichen werden, daß in vorteilhafter Weise das dem Leiter abgewandte Spulensystem einem System zur Erzeugung von Referenzfeldern ausgesetzt wird, und daß die Referenzfelder so gesteuert und verändert werden, bis ein Abgleich auf Null der Meßwerte der Spulensysteme erzielt wird. Mit einer derartigen Verfahrensführung lassen sich überaus kleine Meßgrößen exakt und reproduzierbar erfassen.

Für die kontaktlose Bestimmung von Gleichströmen bzw. Gleichspannungen können als mechanische Schwingungen Ultraschallschwingungen verwendet werden, wobei derartige mechanische Schwingungen mit Rücksicht auf die relativ hohe Frequenz von Ultraschallschwingungen naturgemäß auch im Falle von niedrigfrequenten Wechselspannungen oder Wechselströmen noch keine Störung der Messung bewirken

würden. Zwischen Gleichspannungen und Gleichströmen bzw. Wechselspannungen und Wechselströmen kann jedoch in einfacher Weise dadurch unterschieden werden, daß beispielsweise der Schwingungserreger abgeschaltet wird, worauf im Falle von Gleichspannungen bzw. Gleichströmen ein weiteres Signal für eine Auswertung nicht mehr zur Verfügung steht.

5 Um sicherzustellen, daß die Meßwerte durch den Antrieb des mechanischen Erregers der periodischen Schwingungen nicht beeinträchtigt werden, kann mit Vorteil das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt werden, daß der (die) Erreger der mechanischen periodischen Schwingungen intermittierend betrieben wird (werden) und daß die Meßwerte der Spulensysteme in abgeschaltetem Zustand der (des) Erreger(s) einer Auswertung und Bearbeitung unterzogen werden. Insbesondere im Falle von Ultraschallschwingungen
10 kann davon ausgegangen werden, daß nach Abschalten des mechanischen Erregers die periodischen Schwingungen nicht rasch genug abklingen, um nicht in der Folge noch einen hinreichend großen Zeitraum für eine Messung mit gleichmäßigen periodischen Schwingungen des Spulensystemes zur Auswertung heranziehen zu können.

Im Falle der Bestimmung von Gleichströmen kann, wie eingangs erwähnt, dann, wenn der elektrische
15 Leiter zur Gänze von einem Teil der Meßsonde umgeben werden kann, mit Vorteil so vorgegangen werden, daß anstelle der Magnetfeldmessung mit Hallsonden oder Magnetisierungskennliniensonden eine Magnetfeldmessung und daraus abgeleitet eine Strombestimmung derart durchgeführt wird, daß das Signal zumindest einer Spule, gegebenenfalls im Zusammenwirken mit magnetisch leitenden Bauteilen entlang eines Teiles der Feldlinien, verarbeitet wird, wobei zumindest ein magnetischer Bauteil oder die Spule
20 selbst, oder ein elektrisch leitender Teil in der Umgebung der Spule in periodische mechanische Schwingungen versetzt wird. Das elektrische Spulensystem kann in diesem Falle in einem Spalt oder in der Nähe des Spaltes eines ringförmigen, den elektrischen Leiter umgebenden, magnetisch leitenden Bauteils angeordnet werden, wobei die mechanische Erregung nur auf den magnetisch leitenden Bauteil oder auf die Spulen oder auf einen elektrisch leitenden Bauteil in deren Nähe zur Wirkung gebracht werden. Auf
25 diese Weise erhält man auch dann Meßsignale zur Strombestimmung, wenn die Sonde den Leiter nicht vollständig umschließt.

Im Falle der kontaktlosen Bestimmung von Spannungen ist das elektrische Feld als Meßgröße heranzuziehen. Ein elektrisches Feld kann in elektrischen Leitern eine Spannung influenzieren, wobei in der Folge Potentialdifferenzen zwischen der influenzierten Spannung und einer Referenz gemessen werden
30 können. Mit Vorteil wird das Verfahren zur kontaktlosen Bestimmung elektrischer Spannungen hierbei so ausgeführt, daß wenigstens zwei Elektroden in das elektrische Feld des Leiters bewegt werden und im Falle der Bestimmung von Gleichspannungen die Elektroden und/oder ein elektrisch leitender Bauteil in periodische Schwingungen versetzt werden, wobei das Potential einer influenzierten Spannung gegen einen Referenzpunkt gemessen wird.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen Fig.1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens; Fig.2 eine Teilansicht in Richtung des Pfeiles II der Fig.1; Fig.3 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles III der Fig.1; Fig.4 schematisch ein Schaltdiagramm zur Auswertung von mit den Spulensystemen der Ausbildung gemäß Fig.1 aufgenommenen Meßgrößen im
40 Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens; Fig.5 in einer zu Fig.1 ähnlichen Darstellung eine abgewandelte Ausführungsform zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei ein Referenzspulensystem Verwendung findet; Fig.6 ein Schaltdiagramm zur Auswertung von mit der Ausführungsform gemäß Fig.5 aufgenommenen Meßgrößen; Fig.7 schematisch eine weitere abgewandelte Ausführungsform, wobei lediglich schwingende Elektroden Verwendung finden; Fig.8 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles VIII der Fig.7; Fig.9 eine Draufsicht in Richtung des Pfeiles IX der Fig.7; und Fig.10 eine schematische Darstellung in einem Schnitt auf den Leiter einer weiteren Ausführungsform zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Fig.1 ist mit 1 ein elektrischer Leiter bezeichnet, in welchem durch eine kontaktlose Messung eine elektrische Meßgröße bestimmt werden soll. Zur kontaktlosen Bestimmung von Gleichspannungen werden
50 in die Nähe des elektrischen Leiters Elektroden 2 in unterschiedlichem Abstand vom Leiter gebracht, wobei den Elektroden ein in periodische mechanische Schwingungen versetzbarer bzw. versetzter Bauteil 3 zugeordnet ist, welcher selbst wiederum elektrisch leitend ist. Die gegenseitige räumliche Anordnung der Elektroden 2 sowie des elektrisch leitenden und schwingenden Bauteiles 3 ist in Fig.2 näher dargestellt. Dabei ist mit 4 strichliert die Mittellinie des schwingenden Bauteiles 3 angedeutet. Weiters sind in Fig.2
55 Anschlüsse 5 zu den Elektroden angedeutet. Durch den periodisch bewegten, elektrisch leitenden Bauteil 3 wird das elektrische Feld in der Umgebung des Leiters 1 verzerrt, wodurch in den Elektroden 2 ein Signal influenziert wird, welches nach einer Auswertung zur Bestimmung der elektrischen Meßgröße herangezogen werden kann.

Zusätzlich oder alternativ ist weiters vorgesehen, daß zwei ebenfalls in unterschiedlichem Abstand vom Leiter 1 angeordnete Spulensysteme 6 in die Nähe des Leiters 1 gebracht werden, wobei zur Bestimmung von Gleichströmen und Wechselströmen im elektrischen Leiter die Spulen 6 wiederum mit dem periodisch schwingenden Bauteil 3 zusammenwirken, indem dieser das magnetische Feld durch die Wirbelströme in diesem Bauteil verzerrt, wodurch in den Spulen 6 ein Signal induziert wird, welches nach einer Auswertung zur Bestimmung der elektrischen Meßgröße herangezogen werden kann. Die räumliche Anordnung der Spulensysteme 6 relativ zum periodisch schwingenden Bauteil 3 ist in Fig.3 näher dargestellt, wobei bei der gezeigten Ausführungsform die Spulen 6 symmetrisch relativ zum Bauteil 3 angeordnet sind, so daß insgesamt vier Spulen Verwendung finden, welche jeweils paarweise angeordnet sind. Dies trägt zu einer Erhöhung der Genauigkeit bei der Bestimmung der elektrischen Meßgröße bei. Die Anordnung von lediglich zwei Spulen in unterschiedlichem Abstand vom elektrischen Leiter 1 ist jedoch ausreichend. Bei Verwendung von Doppelspulen ist es unerheblich, ob die Signale der Teilspulen durch Verbinden der Anschlüsse in der gezeichneten Weise verknüpft werden, oder ob die Verknüpfung erst in der Auswerteschaltung 7 oder später erfolgt.

Anstelle der Verwendung eines elektrisch leitenden und periodisch schwingenden Bauteiles 3 können die Spulen bzw. Elektroden selbst in Schwingungen versetzt werden, so daß in den schwingenden Spulen 6 bzw. Elektroden 2 entsprechende Signale induziert werden können. Bei Messung von Wechselspannungen oder Wechselströmen kann auf den schwingenden Bauteil 3 bzw. eine schwingende Anordnung der Spulen verzichtet werden, da gemäß bekannten Gesetzmäßigkeiten entsprechende Meßgrößen abgenommen werden können.

Neben der Bestimmung von Spannungen bzw. Stromstärken können gemäß ebenfalls bekannten Gesetzmäßigkeiten Widerstände und Leistungen aus den gewonnenen Signalen abgeleitet werden.

Bei dem in Fig.4 dargestellten schematischen Schaltkreis sind die Spulen 6 angedeutet, welche in Analogie zur Ausführungsform gemäß den Fig.1 und 3 paarweise relativ zur Mittellinie 4 des schwingenden Bauteiles 3 angeordnet sind. Die an den Spulen 6 abgenommenen Signale werden einem ersten Auswertelement 7 zugeführt, in welchem eine Anpassung, eine Verstärkung und gegebenenfalls eine Phasenkompensation vorgenommen wird. Anschließend gelangen sie in ein Element 8 für eine Übersprechkompensation, worauf anschließend ein Wert U_B für die Spannung und ein zweiter Wert U_{BG} für den Gradienten der Spannung zwischen den zwei Spulen erhalten wird. Die Übersprechkompensation und die Bildung von U_B und U_{BG} kann auch in einem Zuge erfolgen. Es erfolgt anschließend eine Quotientenbildung zwischen dem Quadrat der Spannung U_B und dem Gradienten U_{BG} woraus sich ein Spannungswert U_1 ergibt, welcher entsprechend dem Pfeil 10 einer Anzeige oder weiteren Auswertung zugeführt werden kann.

Dies kann dabei derart erfolgen, daß die Meßsignale drahtlos mit Funkübertragung oder mit Lichtübertragung zu einer Auswerteeinheit gesendet werden und/oder Steuersignale drahtlos von der Auswerteeinheit zum Schaltkreis übertragen werden.

Bei der Ausführungsform gemäß den Fig.5 und 6 werden für gleiche Bauteile die Bezugszeichen der vorangehenden Ausführungsform beibehalten. Zusätzlich zu den im unterschiedlichem Abstand vom Leiter 1 angeordneten Spulensystemen 6, welche wiederum bei der Bestimmung von Gleichspannungen bzw. Gleichströmen mit dem periodisch schwingenden, elektrisch leitenden Bauteil 3 zusammenwirken, ist in einem Abstand, welcher einem Vielfachen n der halben Wellenlänge des periodisch schwingenden Bauteiles 3 entspricht, ein weiteres System von Spulen 11 vorgesehen, wobei das System von Spulen 11 einem Spulensystem 12 zur Simulierung des festzustellenden Spannungswertes U_B und einem Spulensystem 13 zur Simulierung des zu bestimmenden Spannungsgradienten U_{BG} ausgesetzt ist, wie dies aus Fig.6 deutlich ersichtlich ist.

Der periodisch schwingende, elektrisch leitende Bauteil 3 wird bei der gezeigten Ausführungsform durch einen schematisch angedeuteten Piezokristall 14 zu seiner Schwingung angeregt, wobei der Piezo 14 sich in einem Knoten der Schwingung des Bauteiles 3 befindet. Alternativ zu dem Erreger 14 kann in einem Bauch der Schwingung des Bauteiles 3 ein elektromagnetischer Schwinger 15 vorgesehen sein, welcher in Fig.5 strichliert angedeutet ist.

Zusätzlich zu den in Fig.4 gezeigten Komponenten des Schaltkreises sind bei der Ausführungsform gemäß Fig.6 Stromtreiber 16 vorgesehen, welche, wie oben erwähnt, zur Erzeugung eines Referenzfeldes bzw. zur Simulierung der zu bestimmenden Meßgrößen herangezogen werden. Die Signale sämtlicher Spulen bzw. Spulensysteme 6 und 11 werden wiederum den Bauteilen 7 und 8 zugeführt, woraus Signale für die Spannung U_{B0} und den Spannungsgradienten U_{BG0} Regelverstärkern 17 zugeführt werden, wobei eine Veränderung der Verhältnisse in den Referenzspulensystemen 12 und 13 über die Stromtreiber 16 so lange erfolgt, bis ein Abgleich der Meßgröße der Spulensysteme 6 und 11 auf Null erfolgt. Bei Erreichen eines derartigen Abgleiches wird wiederum im Element 9 der Quotient aus dem Quadrat der Spannung U_B und dem Spannungsgradienten U_{BG} gebildet, woraus sich wiederum der Spannungswert U_1 ableiten läßt.

welcher einer Anzeige bzw. Auswertung über 10 zugeführt wird.

Träger der Information für das Magnetfeld bzw. den Magnetfeldgradienten in den Fig.4 und 6 sind Amplituden der Signale U_B bzw. U_{BG} , deren Frequenz und Phasenlage durch die Ultraschallschwingung des Teiles 3 vorgegeben ist. Es geht daher keine Information verloren, wenn in den Signalwegen ein Amplitudendemodulator, beispielsweise ein Gleichrichter oder ein von der bekannten Ultraschallschwingung gesteuerter Synchrondemodulator bzw. Multiplizierer, und ein Tiefpaßfilter vorgesehen ist. Jedenfalls ist die AM-Demodulation vor Weiterleitung des Signals an die Anzeige bzw. am Eingang des Regelverstärkers sinnvoll. Wenn eine einfache Gleichrichtung verwendet wird, kann die Phasenkompensation entfallen.

Hochfrequenzsignale, die gleichzeitig oder abwechselnd mit den ultraschallfrequenten Signalen gemessen werden, können auch in einem weiteren parallelen Signalweg, gegebenenfalls nach Frequenzgang, Phasengang- und Laufzeitkorrektur, in gleicher Weise durch Bildung von U_B und U_{BG} sowie durch Quotientenbildung zwischen dem Quadrat des Signals U_B und des Signals U_{BG} ausgewertet und zur Anzeige gebracht werden.

Da eine Realisierung der Schaltung als IC zweckmäßig ist, sollte berücksichtigt werden, daß die Signale bereits nach Anpassung und Verstärkung im Element 7 digitalisiert werden können und daß die weitere Signalverarbeitung, wie Phasenkompensation, Übersprechkompensation usw., durch Rechenalgorithmen realisiert werden können. Im Falle der Fig.6 können die Regelverstärker 17 ebenfalls durch Regelalgorithmen verwirklicht werden. Vor den Stromtreibern 16 hätte wieder eine Digital-Analog-Umsetzung zu erfolgen.

Bei der Ausführungsform gemäß den Fig.7 bis 9 sind unmittelbar mit dem periodisch schwingenden Bauteil 3 sich quer zur Längsachse des Leiters 1 erstreckende Drahtelemente oder Streifenelemente 19 gekoppelt, deren Länge so abgestimmt ist, daß diese bei der Longitudinalschwingung des Bauteils 3 zu einer Biegeschwingung angeregt werden, wie dies schematisch durch 19' in Fig.9 angedeutet ist, wobei weiters in Fig.9 mit λ_B die Wellenlänge der Biegeschwingung angedeutet ist. Durch den schwingenden Bauteil 19 wird das elektrische Feld in der Umgebung des Leiters verzerrt, wodurch in den Elektroden 18 Signale influenziert werden, welche nach einer Auswertung zur Bestimmung der elektrischen Meßgrößen herangezogen werden können. Zusätzlich kann ein Strommeßsystem mit Spulen 6 verwendet werden.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig.10 wird der elektrische Leiter 1 von einem magnetisch leitenden Bauteil 20 nahezu vollständig umgeben, wobei in einem Spalt 21 dieses magnetisch leitenden Bauteiles 20 eine Spule bzw. ein Spulensystem 22 angeordnet ist, welche(s) zur Bestimmung von Gleich- und/oder Wechselströmen wiederum mit einem periodisch schwingenden Bauteil 3 gekoppelt ist.

Bei Einsatz von Ultraschall als mechanische Schwingungen des Bauteiles 3 finden bei einer Frequenz von beispielsweise 50 kHz Amplituden von $1 \mu\text{m}$ Verwendung. Weiters wird bei Verwendung von Ultraschall das Verfahren zu einer Vermeidung von Störungen bei der Auswertung der Signale so durchgeführt, daß der Erreger intermittierend betrieben wird und daß die tatsächliche Bestimmung der zu ermittelnden Meßgrößen in denjenigen Zeiträumen erfolgt, in welchen der Erreger abgeschaltet ist. Bei Verwendung von Ultraschall klingen die Schwingungen so langsam ab, daß in den für eine Messung benötigten relativ kurzen Zeiträumen auf jeden Fall von konstanten periodischen mechanischen Schwingungen ausgegangen werden kann.

40 Patentansprüche

1. Verfahren zur kontaktlosen Bestimmung elektrischer Meßgrößen, wie z.B. Gleich- oder Wechselspannungen oder -ströme, Leistungen oder Widerstände, in einem Leiter (1), **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens zwei Spulensysteme (6) in das elektromagnetische Feld des Leiters (1) in verschiedenem Abstand von diesem positioniert werden, wobei für die Bestimmung von Gleichspannungen und/oder -strömen ein elektrisch leitender Bauteil (3) in der Nähe der Spulen (6) in periodische mechanische Schwingungen versetzt wird, daß die Signale der Spulen (6), gegebenenfalls nach einer Korrektur ihrer Phasen, einer Subtrahierschaltung zur Bestimmung einer Spannungsdifferenz bzw. eines Spannungsgradienten zugeführt werden und daß in einer Auswerteschaltung der Quotient aus dem Quadrat eines Spannungsmeßwertes und des Spannungsgradienten gebildet und einem Ausgang zugeführt wird und daß die Meßwerte von zwei um ein Vielfaches der halben Wellenlänge der periodischen Schwingung des elektrisch leitenden Bauteiles (3) zueinander versetzte Spulensysteme (6, 11) verglichen werden.
- 55 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das dem Leiter (1) abgewandte Spulensystem (11) einem System zur Erzeugung von Referenzfeldern ausgesetzt wird, und daß die Referenzfelder so gesteuert und verändert werden, bis ein Abgleich auf Null der Meßwerte der Spulensysteme (6, 11) erzielt wird.

AT 403 216 B

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der (die) Erreger der mechanischen periodischen Schwingungen intermittierend betrieben wird (werden) und daß die Meßwerte der Spulensysteme (6, 11) in abgeschaltetem Zustand der (des) Erreger(s) einer Auswertung und Bearbeitung unterzogen werden.

5

4. Verfahren zur Bestimmung von Gleich- oder Wechselfeldern, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Signal zumindest einer Spule, gegebenenfalls im Zusammenwirken mit magnetisch leitenden Bauteilen (20) entlang eines Teiles der Feldlinien, verarbeitet wird, wobei zumindest ein magnetischer Bauteil oder ein elektrisch leitender Teil in der Umgebung der Spule in periodische mechanische Schwingungen versetzt wird.

10

5. Verfahren zur kontaktlosen Bestimmung elektrischer Spannungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens zwei Elektroden (2) in das elektrische Feld des Leiters (1) bewegt werden und im Falle der Bestimmung von Gleichspannungen die Elektroden (2) und/oder ein elektrisch leitender Bauteil in periodische Schwingungen versetzt werden, wobei das Potential einer influenzierten Spannung gegen einen Referenzpunkt gemessen wird.

15

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

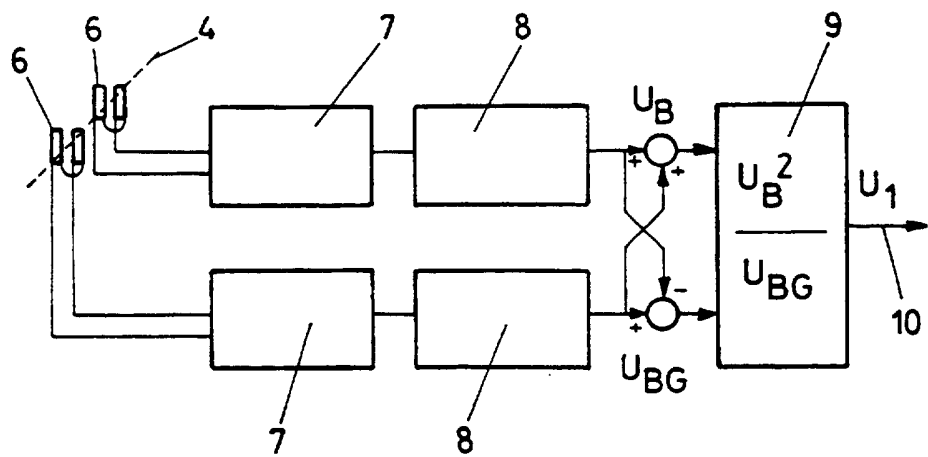
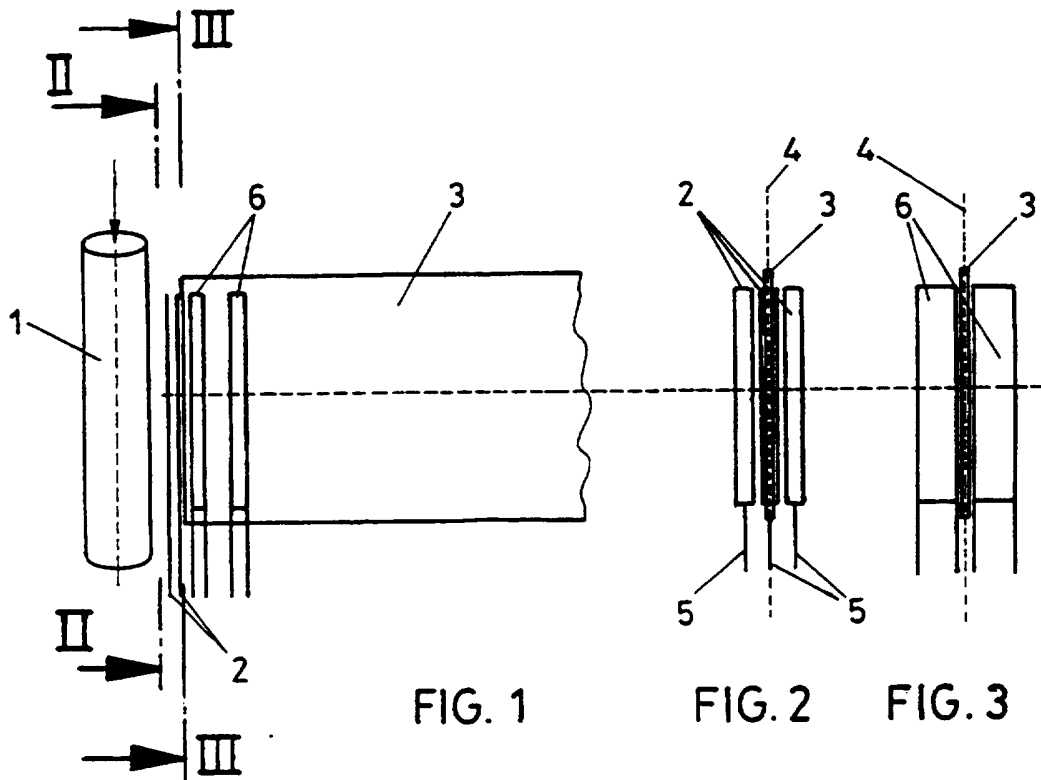


FIG. 4

