

(19)



(11)

EP 2 544 204 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.01.2013 Patentblatt 2013/02

(51) Int Cl.:
H01H 9/00 (2006.01) H01C 10/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12169411.1**

(22) Anmeldetag: **25.05.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Breinl, Tobias**
93080 Pentling (DE)
- **Schindler, Stefan**
93128 Regenstauf (DE)
- **Abelen, Stefan**
93142 Maxhütte-Pirkensee (DE)
- **Viereck, Karsten**
93059 Regensburg (DE)

(30) Priorität: **06.07.2011 DE 102011106804**

(71) Anmelder: **Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**
93059 Regensburg (DE)

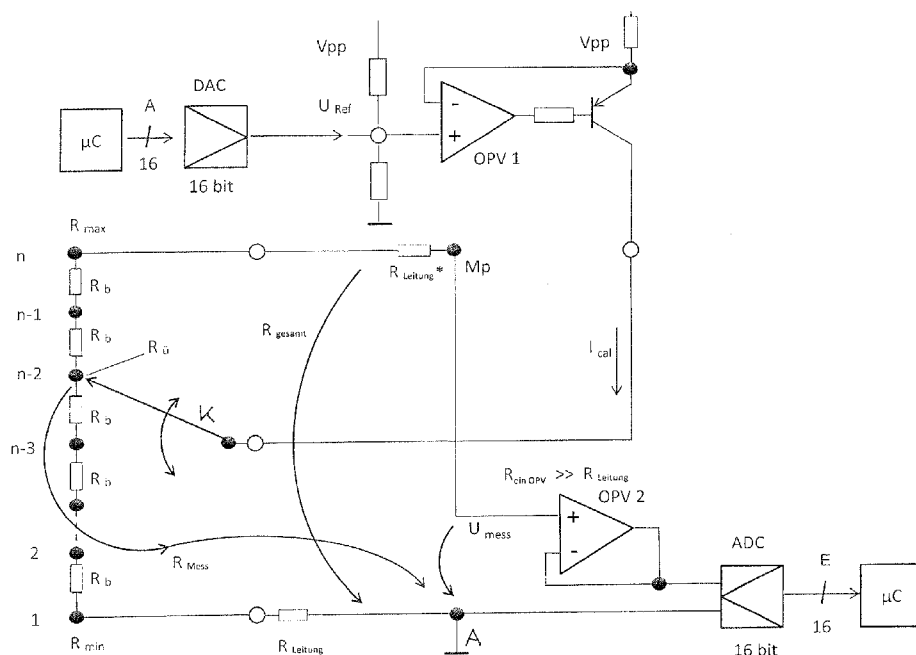
(74) Vertreter: **Meier, Gerald Heinz**
Maschinenfabrik Reinhausen GmbH
Falkensteinstrasse 8
93059 Regensburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Bobytkov, Oleg**
41468 Neuss (DE)

(54) Verfahren zur Stellungserfassung von Stufenschaltern

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stellungserfassung von Stufenschaltern im Motorantrieb mit einer elektrischen Widerstandsreihe, wobei zwischen den einzelnen Widerständen (R_b) der Widerstandsreihe Kontakte (1,..., n) vorgesehen sind, die den möglichen Stellungen des Stufenschalters entsprechen und von ei-

nem Kontaktfinger (K) entsprechend beschaltbar sind. Erfindungsgemäß wird direkt auf den Wurzelanschluss des Kontaktfingers ein Konstantstrom (I_{cal}) eingespeist. Dadurch werden auf einfache aber wirkungsvolle Weise die störenden Einflüsse des Kontaktwiderstandes sowie der Leitungswiderstände eliminiert.

**EP 2 544 204 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stellungserfassung von Stufenschaltern im Motorantrieb des Stufenschalters. Durch ein solches Verfahren wird die jeweilige aktuelle Stellung des Stufenschalters ermittelt und als elektrisches Signal weitergegeben.

[0002] Eine solche Stellungsmeldeeinrichtung ist in der WO 98/38662 beschrieben. Dort ist der Stufenschalter mit einem ihn antreibenden Motorantrieb verbunden.

[0003] Durch eine diskrete Anzahl von Umdrehungen dieser Welle ist die Position des Stufenschalters auch hinsichtlich Anfangsposition und Endposition eindeutig beschrieben. Im Motorantrieb ist damit das Abbild der Position des mechanisch angetriebenen Stufenschalters an einer Stellungsanzeige mit einer Anzeigewelle verfügbar. Um diese Positionsanzeige, die hier mit einem Zeiger erfolgt, elektrisch an einem entfernten Ort, z. B. einer Schaltwarte, übertragen zu können oder diese Information für ein Steuer- oder Regelgerät bereitstellen zu können, wird die mechanische Drehbewegung in ein elektrisches Signal umgewandelt.

[0004] Die WO 98/36435 zeigt eine solche bekannte Signalumwandlung. Diese Signalumwandlung erfolgt über einen Kontaktfinger, der bei seiner Winkelbewegung einzelne Kontaktpositionen anfährt, die jeweils einer konkreten Stellung des Stufenschalters entsprechen.

[0005] Werden zwischen den einzelnen Kontakten jeweils $n-1$ elektrische Widerstände R_b dazwischengeschaltet, wobei n die Zahl der möglichen Stellungen des Stufenschalters ist, so erhält man eine Widerstandsreihe; der Kontaktfinger ändert bei jeder Positionsänderung das Teilverhältnis dieser Widerstandsreihe zwischen der Anfangsposition 1 - hier ist der Widerstand zwischen Kontaktfinger und Kontakt idealerweise 0 Ohm - und der Endposition n - hier entspricht der Widerstandswert der Summe aller Widerstände der Widerstandsreihe.

[0006] Die WO 98/53276 beschreibt eine weitere Stellungsmeldeeinrichtung für Stufenschalter, die aus zwei separaten Baugruppen besteht, nämlich einer Meldekontaktanordnung und einem räumlich getrennten, unterschiedlich ausgestaltbaren Stellungsmeldemodul. Dabei werden die in der Meldekontaktanordnung gewonnenen Informationen in das Stellungsmeldemodul übermittelt, dessen Beschaltung ist abhängig von der Art und Weise der gewünschten Anzeige. Durch entsprechende Wahl der entsprechenden internen Verschaltung im jeweiligen Stellungsmeldemodul sind vielfältige Möglichkeiten der Informationsverarbeitung gegeben.

[0007] Bei einer Art der dort beschriebenen Informationsverarbeitung ist ebenfalls eine Widerstandsreihe vorgesehen. Das Teilverhältnis als Abbild der Position des Stufenschalters wird dabei in der Art bestimmt, dass entweder eine konstante Spannung an dem Gesamtwiderstand am Punkt n der Widerstandsreihe angelegt oder ein Konstantstrom in diesen Gesamtwiderstand eingespeist wird. Das Verhältnis der sich in beiden Fällen einstellenden Spannungsabfälle über den Gesamtwider-

stand und der Spannung zwischen dem Kontaktfinger und dem Anfang der Widerstandskette R_1 bis R_{n-1} ist damit entsprechend der Spannungsteilerregel bei bekannten Potentiometerschaltungen ein eindeutiger Wert zur Identifikation der Stufenschalterposition.

[0008] Die WO 98/53276 beschreibt auch, dass dieser Spannungswert über größere Entfernungen übertragen werden kann.

[0009] Die bekannten Verfahren zur Stellungserfassung von Stufenschaltern mit Widerstandsanordnungen zur Erfassung von Winkelpositionen weisen verschiedene Nachteile auf:

Bei den bekannten Verfahren müssen die Widerstände der elektrischen Zuleitungen umständlich durch Schaltungsmaßnahmen, d. h. Kompensationen, oder Rechnungen eliminiert werden, da sie in die Addition des Gesamtwiderstandes der Anordnung der Widerstandsreihe mit eingehen und so das Widerstandsteilverhältnis empfindlich beeinflussen und damit die Anzeige verfälschen können.

[0010] Erschwerend kommt hinzu, dass unvermeidliche zeitliche Temperaturänderungen permanent den (unerwünschten) Widerstandswert der Zuleitungen verändern und damit eine Kompensation erschweren.

[0011] Der Kontaktwiderstand des Kontaktfingers zum Abtasten des jeweiligen (stufenschalterstellungsabhängigen) Widerstandsteilverhältnisses beeinflusst die Abbildung des realen Spannungswertes ebenfalls negativ. Besonders bei einer hohen Staubbeltung oder auch seltener Betätigung des Stufenschalters und damit des Kontaktfingers können Schmutz- oder Oxidschichten den Kontaktwiderstand extrem erhöhen, was das Ergebnis ebenfalls verfälscht.

[0012] Die beschriebenen Verfälschungen der Messergebnisse durch die erläuterten Phänomene können zu schwerwiegenden Folgeerscheinungen führen. Werden derartige Verfahren zur Stellungsmeldung für Stufenschalter für die Rückmeldung an Spannungsreglern verwendet, die eine Parallelschaltung von mehreren Stufentransformatoren nach dem Master-Slave-Verfahren sicherstellen, so wird eine fehlerhafte Stellungsanzeige unter Umständen zum Schwingen des gesamten Regelsystems führen. Das daraus folgende permanente Schalten des Stufenschalters führt dann zwangsläufig zu dessen Fehlfunktion.

[0013] Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile der bekannten Verfahren zu beseitigen und ein verbessertes Verfahren unter Verwendung von Widerstandsanordnungen anzugeben, das Fehler durch parasitäre Widerstände in Folge von Kontaktwiderständen, Zuleitungswiderständen sowie deren Temperaturabhängigkeit ausschließt. Mit anderen Worten: Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, das eine reale Abbildung eines Widerstandswertes auf eine ihm zugeordnete konkrete Stellung des Stufenschalters ermöglicht.

[0014] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den

Merkmale des ersten Patentanspruches gelöst. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens.

[0015] Der Erfindung liegt folgende allgemeine Idee zugrunde: Wurde bisher über den Gesamtwiderstand der Widerstandskette eine konstante Spannung angelegt bzw. ein konstanter Strom eingespeist, um den Widerstandswert des die Position des Stufenschalters abbildenden Widerstandes bestimmen zu können, so erfolgt erfindungsgemäß dies jetzt durch das Einspeisen eines Konstantstromes **direkt auf den Anschluss des Kontaktfingers**, der nach dem Stand der Technik das Teilverhältnis zwischen Gesamtwiderstand R_{ges} und Messwiderstand R_{Mess} als Teil von R_{ges} festlegte.

[0016] Die Erfindung soll nachfolgend beispielhaft noch näher erläutert werden. Die (einzige) Figur zeigt eine Schaltung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens; an Hand dieser Zeichnung wird das Verfahren erläutert.

[0017] Links in der Figur ist eine an sich bekannte Widerstandskette, bestehend aus einer Vielzahl identischer Widerstände R_b , gezeigt, zwischen denen sich auf ebenfalls bekannte Weise die einzelnen Abgriffe, die den Stellungen 1...n des zugeordneten Stufenschalters entsprechen, angeordnet sind. Diese Abgriffe werden als Kontakte vom Kontaktfinger K, abhängig von der jeweiligen Stellung des Stufenschalters, beschaltet. Die Bewegungsrichtung des Kontaktfingers K ist durch einen Doppelpfeil angedeutet.

[0018] Erfindungsgemäß wird am Kontaktfinger K ein Konstantstrom I_{cal} eingespeist. Der fest verdrahtete in der Figur obere Teil der Widerstandskette wirkt erfindungsgemäß lediglich als Spannungsfühler für die über den zu bestimmenden Messwiderstand R_{Mess} abfallende Spannung, da der eingespeiste Konstantstrom I_{cal} nur durch R_{Mess} fließt. Am oberen Anschluss von R_{ges} ist lediglich ein sehr hochohmiger Spannungsfühler OPV₂ angeschlossen. Dieser Spannungsfühler ist hier durch einen Operationsverstärker in Spannungsfolger-Schaltung realisiert.

[0019] Ebenfalls in der Figur symbolisch dargestellt sind die störenden Einflussgrößen, die beim Stand der Technik, wie beschrieben, Messfehler verursachen können. Dies ist zum einen der Übergangswiderstand $R_{Ü}$ zwischen dem Kontaktfinger K und den einzelnen Kontaktstellen der Widerstandsreihe. Dies ist zum anderen der Leitungswiderstand $R_{Leitung}$ bzw. $R_{Leitung*}$, der sich jeweils an den elektrischen Verbindungsleitungen am Anfang und Ende der Widerstandskette einstellt und zudem auch noch temperaturabhängig ist.

[0020] Weiter oben wurde bereits erläutert, dass ein hochohmiger Spannungsfühler OPV₂ als Operationsverstärker ausgeführt ist. Es ist prinzipiell bekannt, diese Grundsaltung eines Operationsverstärkers in Spannungsfolger-Schaltung dazu zu nutzen, extrem hochohmige Eingangswiderstände zu realisieren und sie am Ausgang mit einem geringen Innenwiderstand für z. B. eine Analog-Digitalwandlung in einem Analog-Digitalum-

setzer ADC bereitzustellen. Eine solche Schaltungsanordnung kann auch direkt Bestandteil der Innenschaltung eines Analog-Digitalwandler-Schaltkreises sein. Der digitale Ausgang dieses Schaltkreises ist direkt mit einem Mikrokontroller μC verbunden, um den digitalen Anzeigewert, der der Stellung des Stufenschalters entspricht, ausgeben zu können bzw. auch die Kalibrierung der gesamten Messanordnung zu steuern.

[0021] Die Kalibrierung wird für jede Widerstandsanordnung separat durchgeführt, da ihr Gesamtwiderstand mit der Anzahl der abzubildenden möglichen Stufen des Stufenschalters variieren kann.

[0022] Übliche Werte sind hier z. B. 18 oder 26 in Reihe geschaltete Widerstände, die in diesen Fällen 19 bzw. 27 Stufenpositionen des Stufenschalters repräsentieren.

[0023] Bei der eigentlichen Kalibrierung werden der erforderliche einzuprägende Konstantstrom und die vorhandenen Leitungswiderstände $R_{Leitung}$ ermittelt.

[0024] Die Kalibrierung erfolgt softwaregesteuert über einen Mikrokontroller μC und erfordert lediglich das manuelle Versetzen des Schleifkontakts auf den maximalen Gesamtwiderstand der Widerstandskette.

[0025] Zu Beginn wird der Schleifer bei R_{max} positioniert und der Strom I_{cal} schrittweise über die spannungsgesteuerte Stromquelle CPV1 erhöht, bis 90 % des maximal möglichen Eingangsspannungsbereiches des ADC ausgenutzt werden.

[0026] Zur Steuerung der Stromquelle kann der Mikrokontroller μC einen Digital-Analogumsetzer DAC, z. B. mit 12-Bit ansteuern, d. h. er hat die Möglichkeit, den Strom und damit den am ADC gemessenen Spannungsabfall über dem gesamten Widerstand der Anordnung einschließlich der unerwünschten Leitungswiderstände in max. 4096 äquidistanten Schritten zu verändern.

[0027] Um 90 % Aussteuerung des Eingangsspannungsbereichs zu erreichen, muss dem ohmschen Gesetz folgend bei kleinen Gesamtwiderständen der Widerstandskontaktreihe die Stromquelle einen wesentlich höheren Strom einspeisen als bei einem größeren Gesamtwiderstand.

[0028] Die Stromerhöhung während des Kalibriervorgangs erfolgt dabei nicht linear, sondern ist softwareseitig über einen PI-Regler (Proportional-Integral-Regler) realisiert.

[0029] Um die Zeit für den Abgleich zu verkürzen, wird die Schrittweite anfangs vergrößert, um die Differenz zum Sollwert möglichst schnell zu verkleinern. Die Annäherung an die 90 % erfolgt dann im Zielbereich in immer kleiner werdenden Spannungsschritten.

[0030] Werden die 90 % überschritten, prüft das Programm, ob sich der gemessene Wert im festgelegten Toleranzband befindet (89,0 % - 90,5 %) und erhöht bzw. erniedrigt bei Bedarf den eingepprägten Strom bis über drei Messzyklen ein konstanter Wert anliegt.

[0031] Abschließend erfolgt als Abgleich eine Spannungsmessung mit der Positionierung des Kontaktfingers bei R_{min} mit dem bei R_{max} zuvor ermittelten Strom.

[0032] Durch die Kenntnis des Stromes, der Position

des Schleifers bei der Messung von $R_{\max}$ und $R_{\min}$ kann nun sehr einfach der genaue Widerstandswert der Widerstandsreihe und der Leitungswiderstand durch Subtraktion ermittelt werden.

[0033] Der untere Leitungswiderstand wird bei allen folgenden Messungen zur Bestimmung der Position des Kontaktfingers ebenfalls subtrahiert.

[0034] Eine automatische Nachkalibrierung im laufenden Betrieb wird bei Erreichen der Position 1 des Kontaktfingers hierdurch sehr einfach möglich.

[0035] Der obere Leitungswiderstand R_{Leitung} spielt keine Rolle, da dieser Pfad stromlos bleibt und nur der Abtastung des Spannungsabfalls der vom Einspeisepunkt des Stromes I_{cal} am Schleifer dient, da der Eingangswiderstand R_{ein} von OPV2 um Größenordnungen höher als der Leitungswiderstand R_{Leitung} ist.

[0036] Einen Beitrag zur Widerstandsberechnung kann nur der stromdurchflossene Pfad, beginnend vom Einspeisepunkt am Kontaktfinger bis einschließlich des Leitungswiderstandes R_{Leitung} , leisten.

[0037] Entscheidendes Merkmal bei der Erfindung ist die Tatsache, dass ebenfalls die Größe des Kontaktwiderstandes $R_{\text{ü}}$ vom Kontaktfinger auf die Kontaktbahn keinen Einfluss auf die Widerstandsmessung haben kann, da die Spannungsmessung über den fest verdrahteten Pfad der Widerstandskette erfolgt, die zudem auch nicht stromdurchflossen ist.

[0038] Ein sich ändernder Kontaktwiderstand $R_{\text{ü}}$ verursacht lediglich eine veränderte Aussteuerung der Stromquelle über OPV1, der Mess- bzw. Kalibrierstrom I_{cal} bleibt jedoch konstant.

[0039] Noch einmal zusammengefasst, besteht der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens darin, dass die auch hier vorhandenen Überschaltwiderstände $R_{\text{ü}}$ sowohl Leitungswiderstände R_{Leitung} und R_{Leitung} im Gegensatz zum aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren nicht mehr als Fehler in das Messergebnis eingehen; beim erfindungsgemäßen Verfahren wird vielmehr ein unverfälschtes Abbild der jeweiligen Stufenschalterposition erzeugt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Stellungserfassung von Stufenschaltern im Motorantrieb, wobei eine elektrische Widerstandsreihe mit $n-1$ Widerständen vorgesehen ist, wobei zwischen den einzelnen Widerständen (R_b) der Widerstandsreihe Kontakte ($1, \dots, n$) vorgesehen sind, die den möglichen n Stellungen des Stufenschalters entsprechen, wobei ein Kontaktfinger (K) bei der Betätigung des Stufenschalters entsprechend bewegt wird und denjenigen Kontakt ($1, \dots, n$) innerhalb der Widerstandsreihe kontaktiert, der die aktuelle Stellung des Stufenschalters repräsentiert und wobei abhängig von der Stellung des Kontakt-

fingers (K) ein Widerstand (R_{mess}) erfasst und aus diesem eine Spannung (U_{mess}) erzeugt wird, die ein Maß für die aktuelle Stellung des Stufenschalters darstellt,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein Konstantstrom (I_{cal}) direkt auf den Wurzelanschluss des Kontaktfingers (K) eingespeist wird, **dass** der Konstantstrom (I_{cal}) unabhängig von den jeweils in den Stromkreis geschalteten Widerständen (R_b) sowie unabhängig vom jeweiligen Überschaltwiderstand ($R_{\text{ü}}$) sowie den Leitungswiderständen (R_{Leitung}), (R_{Leitung}^*), stets den gleichen Wert aufweist,

dass der Beginn der Widerstandsreihe, der dem geringsten Widerstand ($R_{\min}$) entspricht, mit einem Erdungspunkt (A) elektrisch verbunden ist,

dass der vom Konstantstrom (I_{cal}) stromdurchflossene Pfad zwischen dem Kontaktfinger (K) und dem Erdungspunkt (A) zur Widerstandsmessung verwendet wird und dass aus diesem Widerstandswert eine Spannung erzeugt wird, die ein Abbild der aktuellen Stellung des Stufenschalters darstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

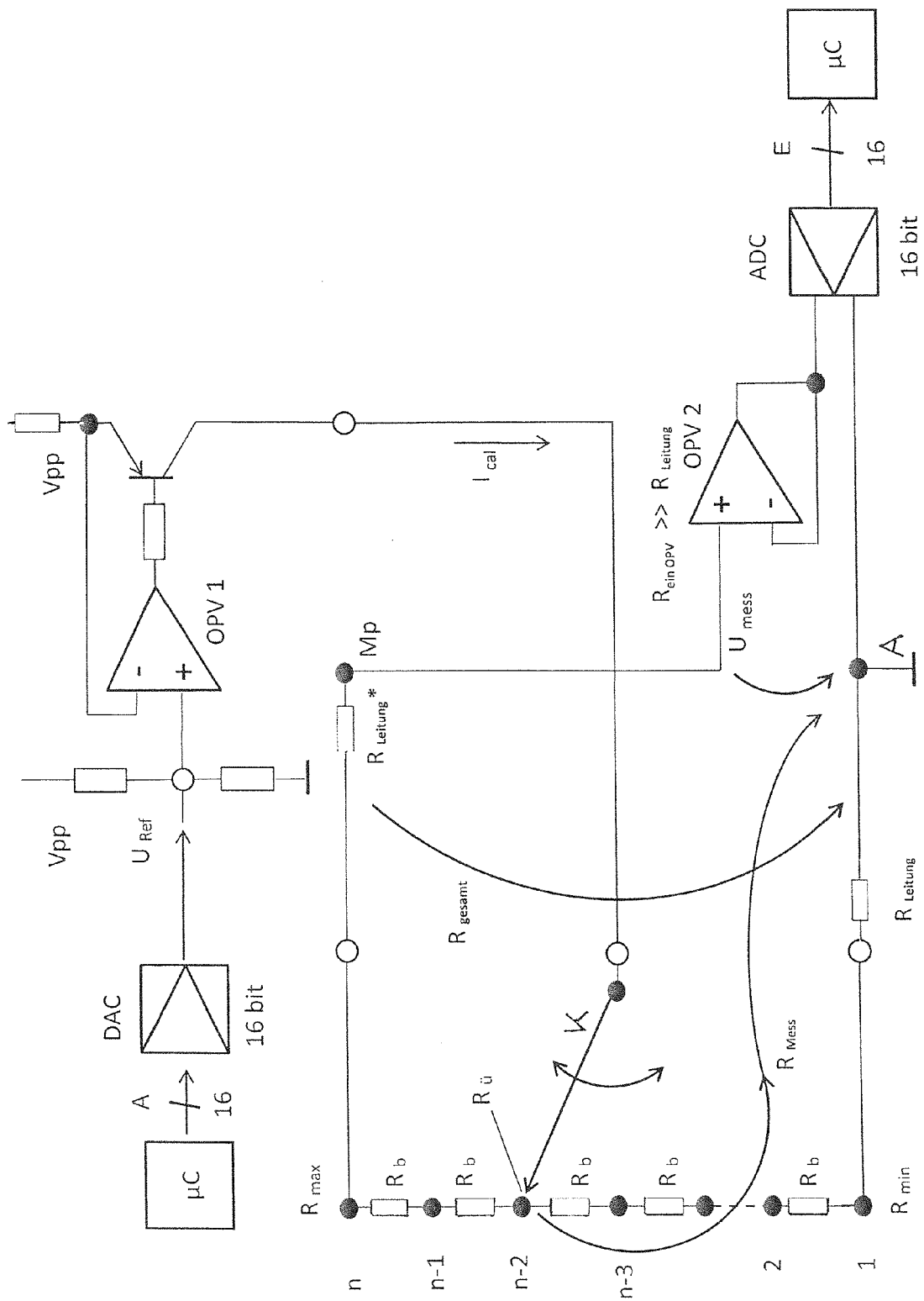
dadurch gekennzeichnet,

dass der Konstantstrom (I_{cal}) durch einen Mikrocontroller (μC), der einen Digital-Analog-Umsetzer (DAC) ansteuert, erzeugt wird, derart, dass er bei kleinen Gesamtwiderständen der kontaktierten Widerstandskontaktreihe einen größeren Strom einspeist als bei einem kleineren Gesamtwiderstand.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass aus dem Konstantstrom (I_{cal}) und der Position des Kontaktfingers (K) bei einer Messung des maximalen Widerstandswertes ($R_{\max}$) und des minimalen Widerstandswertes ($R_{\min}$) der Widerstandskontaktreihe der genaue Widerstandswert der Widerstandskontaktreihe sowie der Leitungswiderstand (R_{Leitung}) durch Subtraktion ermittelt werden.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 16 9411

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 35 15 027 A1 (FERRANTI PLC [GB]) 31. Oktober 1985 (1985-10-31) * Seite 7 - Seite 22; Abbildungen 1,2 * -----	1-3	INV. H01H9/00 H01C10/32
Y	EP 0 078 464 A1 (ZEISS CARL FA [DE]) 11. Mai 1983 (1983-05-11) * Seite 3, Zeile 29 - Seite 8, Zeile 13; Abbildungen 1-4 * -----	1-3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01H H01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. Oktober 2012	Prüfer Drabko, Jacek
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 16 9411

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-10-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3515027 A1	31-10-1985	DE 3515027 A1	31-10-1985
		GB 2158253 A	06-11-1985
EP 0078464 A1	11-05-1983	DE 3142907 A1	11-05-1983
		EP 0078464 A1	11-05-1983
		JP 58083819 A	19-05-1983
		US 4529873 A	16-07-1985

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 9838662 A [0002]
- WO 9836435 A [0004]
- WO 9853276 A [0006] [0008]