



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **228 359 A1**

4(51) G 01 R 17/10

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 R / 269 292 6

(22) 09.11.84

(44) 09.10.85

(71) Bauakademie der DDR, Institut für Projektierung und Standardisierung, 1125 Berlin, Plauener Straße 163/165, DD

(72) Kollek, Manfred, Dipl.-Ing.; Schmidt, Klaus, Dipl.-Phys.; Marutzky, Reinhard, Dipl.-Ing., DD

(54) **Normierte Meßeinrichtung auf der Basis einer Wheatstoneschen Brücke**

(57) Die Erfindung betrifft eine normierte Meßeinrichtung auf der Basis einer Wheatstoneschen Brückenschaltung, deren Elemente ganz oder teilweise aktive Meßwertnehmer sind, und die für experimentelle oder industrielle Materialuntersuchungen unter Einwirkung sowohl statischer als auch dynamischer Kräfte auf den Gebieten des Maschinen- und Anlagenbaues, im Bauwesen sowie in der elektrischen Meßtechnik geeignet sind. Die Erfindung bezweckt, daß mit einer normierten elektrischen Meßeinrichtung auf der Basis einer Wheatstoneschen Brücke die meßtechnische Erfassung schnell veränderlicher Signale vorgenommen werden kann und Störgrößen wie Kabel- und Schalterwiderstände, sowie Instabilitäten der Brückenspeisespannung weitgehend kompensiert werden. Die Aufgabe, eine normierte Meßeinrichtung zu schaffen, wird dadurch gelöst, daß einer Wheatstoneschen Brücke an zwei Diagonalepunkten eine Speisespannung zugeführt und deren Momentanwert in unmittelbarer Nähe der Brücke durch eine Meßeinrichtung ermittelt wird. An den beiden anderen Diagonalepunkten ist die Verstimmung der Brücke als Spannungswert meßbar. Dieser wird durch eine Meßeinrichtung ermittelt und durch den Momentanwert der Brückenspeisespannung in einem Dividiernetzwerk dividiert. Fig. 1

Patentansprüche

1. Meßeinrichtung auf der Basis einer Wheatstone'schen Brücke, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Analogwert der momentanen Brückenverstimmung (U_V), d. h. die Potentialdifferenz der Meßpunkte (C;D), in einem Dividiernetzwerk (3) durch die momentane Brückenspeisespannung (U_{Sp}), d. h. die Potentialdifferenz der Meßpunkte (A;B), dividiert wird, was einer Normierung der momentanen Brückenverstimmung gleichkommt und damit das analoge Ausgangssignal des Dividiernetzwerkes (U_D) der absoluten Verstimmung der Brücke, unabhängig von der Größe bzw. den Instabilitäten der Speisespannung (E;e) entspricht.
2. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Speisespannung der Brücke eine Gleich- (E) und/oder eine Wechselspannung (e) sein kann.
3. Meßeinrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in unmittelbarer Nähe der Brücke an den Punkten (A;B) Spannungsabgriffe vorhanden sind, welche einer Meßeinrichtung (1) zugeführt werden, die die Potentialdifferenz (U_{Sp}) der Punkte (A;B) ermittelt.
4. Meßeinrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in unmittelbarer Nähe der Brücke an den Punkten (C;D) Spannungsabgriffe vorhanden sind, welche einer Meßeinrichtung (2) zugeführt werden, die die Potentialdifferenz (U_V) der Punkte (C;D) ermittelt.
5. Meßeinrichtung nach Anspruch 1;2;3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die analogen Ausgangssignale ($U_{Sp};U_V$) der Meßeinrichtungen (1;2) einem Dividiernetzwerk (3) zugeführt werden, das die Brückenverstimmung (U_V) durch die Brückenspeisespannung (U_{Sp}) dividiert.

Normierte Meßeinrichtung auf der Basis einer Wheatstone'schen Brücke

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine normierte Meßeinrichtung auf der Basis einer Wheatstone'schen Brückenschaltung, deren Elemente ganz oder teilweise aktive Meßwertaufnehmer sind, und die für experimentelle oder industrielle Materialuntersuchungen unter Einwirkung sowohl statischer als auch dynamischer (zeitlich veränderlicher) Kräfte auf den Gebieten des Maschinen- und Anlagenbaues, im Bauwesen sowie in der elektrischen Meßtechnik geeignet ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

In der DE-PS 2 314 754 ist eine elektrische Vielstellenmeßeinrichtung beschrieben, die nach dem Ausschlagverfahren (Brückenverstimmung = Meßwert) arbeitet. Zur Kompensation von Spannungsverlusten werden Spannungsregelungsschaltungen verwendet, die die Speisespannung unmittelbar an den Meßstellen auf einen vorgegebenen Sollwert ausregeln. Spannungsabgriffe an den Meßstellen werden durch geschaltete Meßleitungen realisiert, die an hochohmige Impedanzwandler angeschlossen sind, so daß diese Leitungen nahezu stromlos werden und Spannungsverluste, hervorgerufen durch Leitungs- und Schalterwiderstände, vernachlässigbar klein werden.

Als Schalter finden Halbleiterbauelemente Verwendung. Nachteilig ist der erhöhte Aufwand an Schalterelementen bzw. wenn diese verringert werden, der erhöhte Aufwand an Spannungsregelschaltungen. Außerdem wird der Einsatz der Meßeinrichtung zur Erfassung zeitlich sich schnell ändernder Meßgrößen durch die Geschwindigkeit der Regelanordnung selbst eingeengt, da mit zunehmender Länge der Speisespannungsleitungen Einschwingvorgänge und Phasendre-

hungen (bei Betrieb mit sinusförmigen Spannungen) zu berücksichtigen sind.

Bekannt ist weiterhin durch die DE-PS 2 822 695 eine elektrische Vielstellenmeßeinrichtung, die nach dem Nullverfahren arbeitet.

Durch einen Widerstandssatz wird ein Zweig einer Wheatstone'schen Brücke so verändert, daß die Brückenverstimmung gegen Null geht. Das Maß der Widerstandsänderung ist damit ein Maß für die durch die physikalische Meßgröße verursachte Brückenverstimmung. Die Meßstellen können als Viertelbrücke (ein aktiver Meßwertaufnehmer) oder als Halbbrücke (zwei aktive Meßwertaufnehmer) ausgebildet sein. Meßstellen, die als Vollbrückenschaltung ausgebildet sind und bei entsprechender Auslegung die vierfache Empfindlichkeit gegenüber einer Viertelbrücke aufweisen, können mit dieser Meßeinrichtung nicht betrieben werden. Die Meßwertaufnehmer werden grundsätzlich einzeln an die interne Halb- oder Dreiviertelbrücke zugeschaltet.

Zur Kompensation von Spannungsverlusten, hervorgerufen durch Schalter- und Kabelwiderstände, werden Kompensationseinrichtungen (Spannungsregelschaltungen) benutzt.

Nachteilig an der bekannten Meßeinrichtung ist der hohe Aufwand an Schaltern und Kompensationseinrichtungen und die Nichteignung zur Erfassung zeitlich schnell veränderlicher Meßgrößen. Letzteres resultiert einerseits aus den genannten Einschränkungen (DE-PS 2 314 754), die sich aus der Verwendung von Spannungsregelschaltungen in Verbindung mit langen Kabeln ergeben und andererseits durch Anwendung des gegenüber dem Ausschlagverfahren langsameren Nullverfahrens.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Realisierung einer Meßeinrichtung, bei der die meßwertverfälschenden Einflüsse mit einer weitgehenden Vereinfachung des schaltungstechnischen Aufwandes ausgeschlossen werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Meßeinrichtung zu schaffen, die zur meßtechnischen Erfassung zeitlich schnell ver-

änderlicher Signale geeignet ist, einen geringen Aufwand an Bauelementen und Funktionseinheiten erfordert und Störgrößen wie Kabel- und Schalterwiderstände sowie Instabilitäten der Brückenspeisespannung weitgehend kompensiert.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß einer Wheatstone'schen Brücke an zwei Diagonalpunkten eine Speisespannung zugeführt und deren Momentanwert in unmittelbarer Nähe der Brücke durch eine Meßeinrichtung ermittelt wird. An den beiden anderen Diagonalpunkten ist die Verstimmung der Brücke als Spannungswert meßbar. Dieser wird durch eine Meßeinrichtung ermittelt und durch den Momentanwert der Brückenspeisespannung in einem Dividiernetzwerk dividiert. Das Ergebnis ist eine analoge elektrische Spannung, deren Größe ein Abbild der Brückenverstimmung ist, d. h. es ist nur von dem Größenverhältnis der Brückenelemente abhängig und nicht vom absoluten Betrag bzw. von Instabilitäten der Speisespannung.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird anhand von zwei Beispielen mit Bezug auf die Zeichnungen weiter beschrieben. Dabei zeigen die Zeichnungen in Figur 1 ein Prinzipschaltbild einer normierten Meßbrücke und in

Figur 2 eine Schaltungsanordnung einer Vielstellenmeßeinrichtung nach dem Prinzip der normierten Meßbrücke.

Im ersten Beispiel (Fig. 1) ist die Speisespannungsquelle (E;e) mit Punkten (A;B) der Meßbrücke über die Schalter (S₁;S₂) verbunden. In unmittelbarer Nähe der Brücke sind an den Punkten (A;B) Spannungsabgriffe vorhanden, über die der Momentanwert der Speisespannung durch die Meßeinrichtung (1) gemessen wird. An den Diagonalpunkten (C;D) wird die Brückenverstimmung durch die Meßeinrichtung (2) abgenommen. Das Ausgangssignal der Meßeinrichtung (2) entspricht dem Spannungsabfall zwischen den Punkten (C;D) und ist durch die Gleichung

$$U_V = U_{SP} \left[\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right]$$

U_V - Brückenverstimmung

U_{SP} - Momentanwert der Speisespannung

beschreibbar.

Den Momentanwert der Speisespannung (U_{SP}) ermittelt die Meßeinrichtung (2) aus der Potentialdifferenz der Punkte (A;B). Der Dividierer (3) teilt den Wert der Brückenverstimmung (U_V) - Ausgangssignal der Meßeinrichtung (2) - durch den Momentanwert der Speisespannung (U_{SP}) - Ausgangssignal der Meßeinrichtung (1) - und stellt an seinem Ausgang den normierten Wert der Brückenverstimmung (U_D) zur Verfügung, wobei dieser Schritt der nachfolgenden Gleichung

$$U_D = \frac{U_V}{U_{SP}} = \left[\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right]$$

folgt.

Der normierte Wert der Brückenverstimmung (U_D) ist unabhängig von Änderungen und Instabilitäten der Speisespannungsquelle ($E;e$) sowie von Spannungsverlusten, die durch Schalter ($S_1;S_2$) und Zuleitungskabel verursacht werden und ist als Spannungswert (V) meßbar.

Ein elektrischer Brückenabgleich ist möglich, wenn der Eingang (c) der Meßeinrichtung (2) mit einer vorzeichenbehafteten Spannung (U_A) beaufschlagt wird. Die Größe dieser Spannung ist ein Maß für die Brückenverstimmung nach dem erfolgten Brückenabgleich.

Als zweites Beispiel (Fig. 2) wird die Anwendung der Erfindung in einer Vielstellenmeßanlage beschrieben. Über die synchronen Schalter ($S_1;S_2;S_3;S_4;S_5$) ist die Meßstelle (M_2) (Halbbrücke), bestehend aus den Widerständen ($R_{21};R_{22}$), eingeschaltet. Die Schalter ($S_1;S_2$) können bei Bedarf entfallen, z. B. bei geringer Anzahl von Meßstellen oder bei Hochgeschwindigkeitsuntersuchungen, um Einschwingvorgänge, bedingt durch das Zuschalten der Brückenspeisespannung (E), auszuschließen. In diesem Falle werden alle Meßstellen in Parallelschaltung mit der Speisespannungsquelle (E) verbunden. Die Brückenspeisespannung (E) ist eine Gleichspannung. Die Spannungsabgriffe an den Punkten ($A_2;C_2;B_2$) werden über die Schalter ($S_3;S_4;S_5$) an besonders hochohmige Impedanzwandler (4;5;6) geführt, so daß diese Meßleitungen nahezu stromlos sind und somit kein nennenswerter Spannungsverlust auftritt. Die Ausgänge der Impedanzwandler (4;6), deren Potentiale identisch sind mit denen der Punkte ($A_2;B_2$), sind mit der internen Halbbrücke,

bestehend aus den Widerständen ($R_{30}; R_{40}$) gekoppelt, so daß eine Wheatstone'sche Brücke, bestehend aus den Widerständen ($R_{21}; R_{22}; R_{30}; R_{40}$), entsteht. Gleichzeitig sind die Ausgänge der Impedanzwandler (4;6) mit der Meßeinrichtung (1), einem Subtrahierer, gekoppelt. Dieser ermittelt die Potentialdifferenz der Punkte ($A_2; B_2$), d. h. den Momentanwert der Brückenspeisespannung (U_{SP}), bezogen auf die eingeschaltete Meßstelle.

Die Brückendiagonale, an der die Verstimmung meßbar ist, ergibt sich aus den Punkten ($C_0; D_0$). Beide werden der Meßeinrichtung (2) zugeführt, die aus einem Addierer mit 3 Eingängen besteht. Damit dieser die Potentialdifferenz der Punkte ($C_0; D_0$) ermitteln kann, wurde der Impedanzwandler (5) als invertierender Eins-Verstärker realisiert. Ausgangssignal des Addierers (2) ist die momentane Brückenverstimmung (U_V). Der Dividierer (3) teilt (U_V) durch (U_{SP}). Sein Ausgangssignal (U_D) ist der auf die momentane Brückenspeisespannung (U_{SP}) normierte Wert der Brückenverstimmung (U_V) und somit unabhängig von Betrag bzw. von Instabilitäten der Speisespannung (E).

Der normierte Wert der Brückenverstimmung (U_D) kann über den Analog-Eingabe-Kanal eines Prozeßrechners direkt verarbeitet werden. Durch den Analog-Ausgabe-Kanal desselben Rechners, der an den Eingang (c) des Addierers (2) gekoppelt wird, ist ein rechnergestützter Brückenabgleich möglich.

Für die Meßstellen ($M_3; M_4; M_5$) (Viertelbrücken), bestehend aus den Widerständen ($R_{31}; R_{41}; R_{51}$), die einen gemeinsamen Temperatur-Kompensationsmeßstreifen (R_{GK}) und damit auch gemeinsame Punkte ($C_3; B_3$) haben, gelten die für Meßstelle (M_2) beschriebenen Vorgänge analog.

Bei der Meßstelle (M_1) (Vollbrücke), bestehend aus den Widerständen ($R_{11}; R_{12}; R_{13}; R_{14}$), wird die interne Halbbrücke der Meßeinrichtung, bestehend aus den Widerständen ($R_{30}; R_{40}$), nicht benötigt und durch den Schalter (S_7) abgeschaltet. Dafür schaltet (S_7) den Diagonalepunkt (D_1) der Meßstelle (M_1) über den Schalter (S_6) und den Impedanzwandler (7) an den Eingang (a) des Addierers (2) zur Ermittlung der Brückenverstimmung der Meßstelle (M_1) durch den Addierer (2).

Die momentane Brückenspeisespannung der Meßstelle (M_1) wird wie bei den anderen Meßstellen über die Schalter ($S_3; S_5$) und die Impedanzwandler (4;6) durch den Subtrahierer (1) ermittelt.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

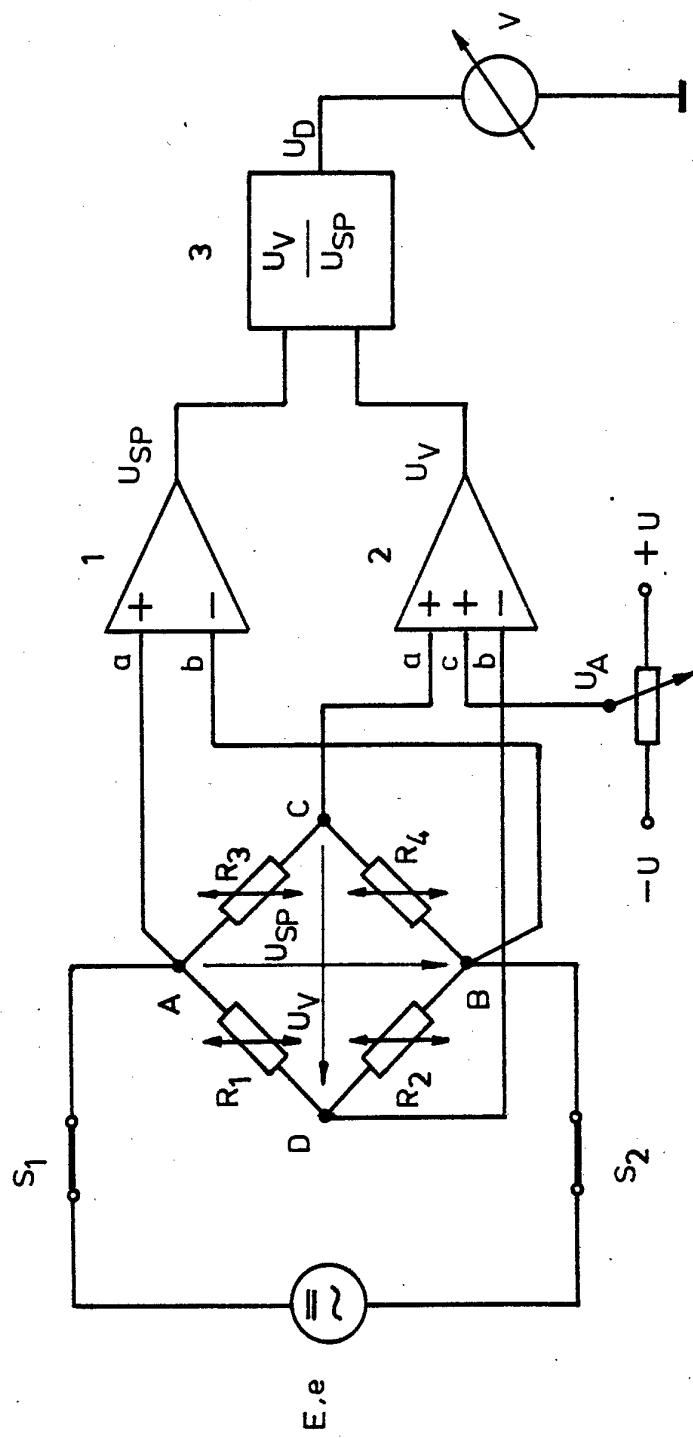


Fig.1

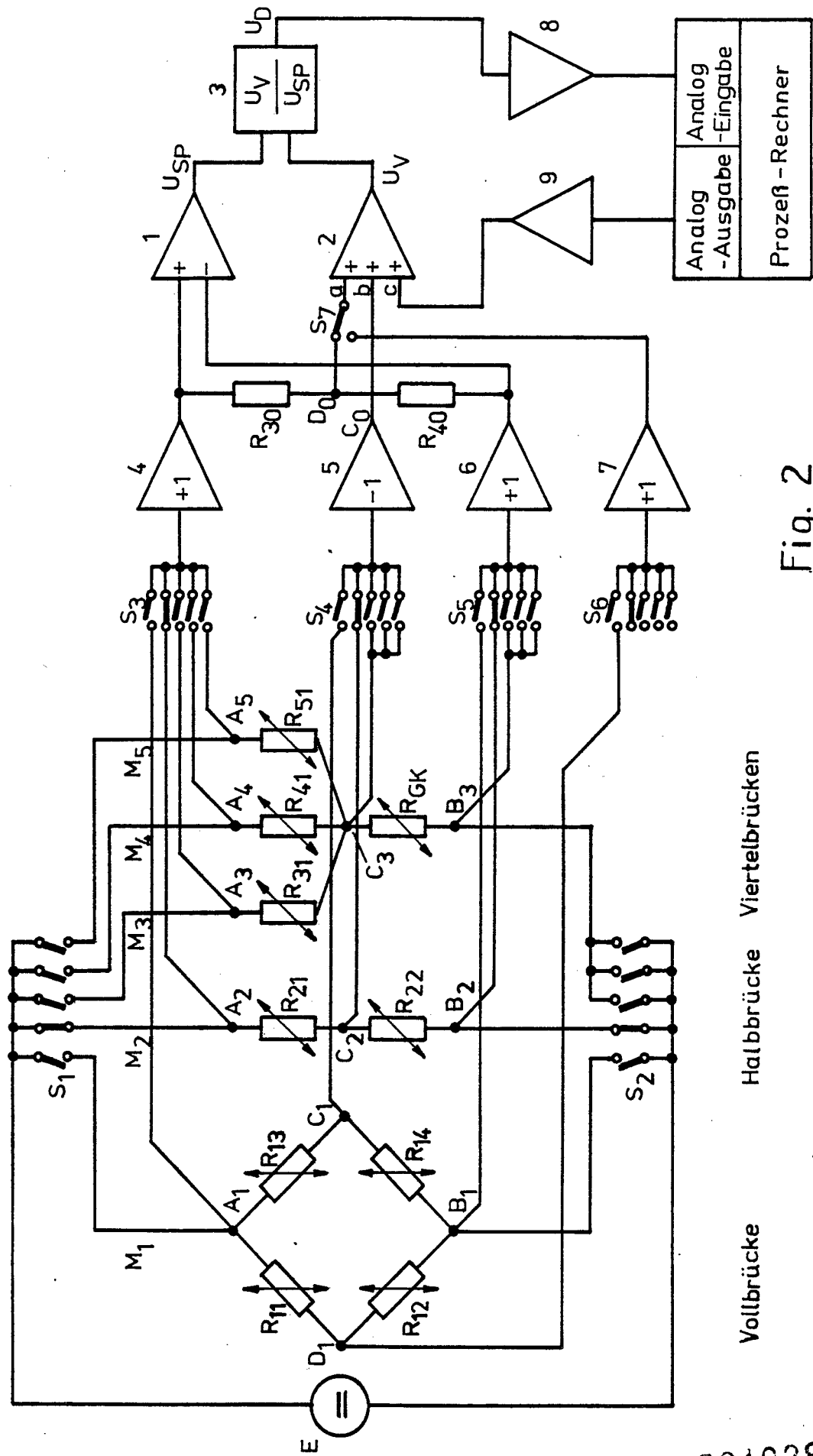


Fig. 2