



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 234 496 A1

4(51) G 01 R 19/25

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 R / 273 090 0

(22) 06.02.85

(44) 02.04.86

(71) Institut „Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik“, 1140 Berlin, Leninallee 376, DD

(72) Ermisch, Jochen, Dr. sc. techn.; Hertwig, Norbert, Dipl.-Ing., DD

(54) Gleichstrommeßeinrichtung

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Messung von Gleichströmen, die nach dem Nullflußprinzip arbeitet. Sie weist mithin neben einer Meßwicklung und einer Kompensationswicklung eine Indikatorwicklung sowie eine Vormagnetisierungswicklung auf. Zur Senkung des Magnetisierungsleistungsbedarfs und zur Vermeidung von HF-Störungen weist der Magnetkreis 1 Isthmus auf, der aus Parallelschaltungen magnetischer Leiter besteht. Ein Leiter dieser Parallelschaltung trägt dabei die Vormagnetisierungswicklung und die Indikatorwicklung. Zur Auswertung des Signales der Indikatorwicklung wird selbiges einer Phasendetektorschaltung zugeführt. Erfindungsgemäß besteht diese aus einem programmierbaren Operationsverstärker, an dessen Set-Eingang eine Wechselspannung anliegt, die die doppelte Frequenz wie die Wechselspannung hat, die die Vormagnetisierungswicklung erregt. Der Ausgang der Phasendetektorschaltung ist sodann über einen Tiefpaß an einen Differenzverstärker angeschlossen. Dieser treibt den Strom, der ein Abbild des Stromes in der Meßwicklung ist, durch die Kompensationswicklung und die Bürde.

Patentansprüche:

1. Gleichstrommeßeinrichtung, bestehend aus
 - a) einem Magnetkreis, der einen Isthmus aufweist, in welchem eine Parallelschaltung magnetischer Leiter angeordnet ist;
 - b) vier Wicklungen, die auf diesem Magnetkreis angeordnet sind, nämlich
 - einer Meßwicklung, die den zu messenden Strom führt,
 - einer Vormagnetisierungswicklung, die auf einem magnetischen Leiter im Isthmus angeordnet ist und mit einem Wechselstrom beaufschlagt wird,
 - einer Indikatorwicklung, die ebenfalls auf einem magnetischen Leiter im Isthmus angeordnet ist,
 - einer Kompensationswicklung, die den zu messenden Strom führt;
 - c) einem Differenzverstärker, der die Kompensationswicklung und eine Bürde speist und
 - d) einem Wechselstromgenerator, der die Vormagnetisierungswicklung speist; **gekennzeichnet dadurch**, daß
 - e) ein Phasendetektor vorgesehen ist,
 - der einen programmierbaren Operationsverstärker enthält,
 - an dessen Eingangsstufe die Signalspannungen der Indikatorwicklung liegt,
 - an dessen Set-Eingang eine Spannung angelegt ist, die die doppelte Frequenz wie die Spannung an der Vormagnetisierungswicklung aufweist;
 - f) daß der Phasendetektor mit seinem Ausgang über einen Tiefpaß auf den Differenzverstärker arbeitet, der den zu messenden Strom repräsentierenden Strom durch die Bürde und die Kompensationswicklung treibt.
2. Gleichstrommeßeinrichtung nach Anspruch 1 **gekennzeichnet dadurch**, daß die Spannung für den Set-Eingang des programmierbaren Operationsverstärkers dem Wechselstromgenerator für die Vormagnetisierungswicklung entnommen ist und entweder eine Frequenzverdoppelung für die Spannung am Set-Eingang oder eine Frequenzhalbierung für die Spannungsversorgung der Vormagnetisierungswicklung erfolgt.
3. Gleichstrommeßeinrichtung nach Anspruch 1 und 2 **gekennzeichnet dadurch**, daß parallel zum Ausgang des Phasendetektors und/oder parallel zum Eingang des Differenzverstärkers ein Widerstand liegt, der die Entladung des Kondensators des Tiefpasses bewirkt.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Gleichstrommeßeinrichtung, die aus einem Magnetkreis mit Isthmus, einer Meßwicklung, einer Kompensationswicklung, einer Indikatorwicklung sowie einer Vormagnetisierungswicklung besteht. Die Meßwicklung führt den zu messenden Gleichstrom, der auch von einer Wechselstromkomponente überlagert sein kann. Sie besteht aus wenigen Windungen bzw. aus einem einzigen Leiter. Die Kompensationswicklung wird von dem Strom durchflossen, der den zu messenden Strom abbildet, welcher von einem Differenzverstärker getrieben wird. Die Indikatorwicklung liefert die Eingangsgrößen für einen Differenzverstärker und bewirkt zusammen mit ihm, daß in der Kompensationswicklung stets ein Strom fließt, der im Magnetkreis zu einem resultierenden Fluß nahe Null führt.

Die Einrichtung arbeitet also nach dem Prinzip des Nullflußwandlers.

Die ebenfalls nach vorgesehene Vormagnetisierungswicklung wird mit einem Wechselstrom beaufschlagt; bevorzugt wird ein Wechselstrom mit dreieckförmigen Verlauf angewandt. (Lisser, Ribberink „Nullfluß-Stromwandler zur Messung von Gleichströmen und Wechselströmen“ etz Bd. 100 [1979] H. 24).

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, einen Gleichstromwandler aus einem Magnetkern, einer Meßwicklung, die quasi die Primärwicklung darstellt, einer Induktionswicklung, die der Sekundärwicklung entspricht, sowie einer Vormagnetisierungswicklung aufzubauen, wobei die Vormagnetisierungswicklung einen Wechselstrom führt. Aus dem Stromverlauf in der Induktionswicklung, z.B. seinem Oberwellengehalt, wird auf den Strom im Gleichstromkreis geschlossen (Schernus, Dissertation TU Braunschweig 1974). Ferner ist bekannt, den Ausgang der Indikatorwicklung auf einen Verstärker arbeiten zu lassen, und den Verstärkerausgangsstrom, der den zu messenden Strom abbildet, durch eine Kompensationswicklung zu treiben, wobei am Verstärker ein Signal anliegt, wenn die Summe des durch die Kompensationswicklung erzeugten Flusses und des durch die Meßwicklung erzeugten Flusses bei vorzeichenrichtiger Addition nicht Null ergibt. Für die Gewinnung des Verstärkereingangssignales finden dabei Hallgeneratoren, Feldplatten oder Indikatorwicklungen Anwendung (Schernus a. a. O. oder Lisser und Ribberink a. a. O.).

Auf eine solche Anordnung mit Indikatorwicklung bezieht sich die nachfolgend beschriebene Erfindung.

Desweiteren gilt es bei einem Wandler, der mit 2 Indikatorwicklungen ausgestattet ist, nach dem Nullflußprinzip arbeitet und dessen Magnetkreis einen Isthmus aufweist, als bekannt, ein Differenzglied für jede Indikatorwicklung vorzusehen, an dessen Eingang die Ausgangsspannung der betreffenden Indikatorwicklungen liegt.

Ein jedem Differenzglied nachgeschalteter Diskriminator arbeitet mit seinem Ausgang jeweils auf eine Logikschaltung. Diese ist so ausgebildet, daß an ihren Ausgängen nur dann eine Impulsfolge mit variablem Tastverhältnis vorliegt, wenn die aus Indikatorwicklungen und zugehörigen Vormagnetisierungswicklungen bestehenden Indikatoren entweder in positiver oder in negativer Richtung magnetisiert sind.

Zwei von Ausgängen der Logikschaltung entsprechend ihrem Tastverhältnis angesteuerte Schalter, die den Aufladestromkreis eines Kondensators über eine positive bzw. negative anlegbare Spannung steuern, beeinflussen einen Verstärker, der den Strom durch eine Bürde und die mit ihr in Reihe geschaltete Kompensationswicklung treibt.

(DD-WP H01F/2532325; DD-WP G01R 2603211 sowie EPa 84108347) Diese Anordnung benötigt zwei Isthmen mit Indikatorwicklungen, Vormagnetisierungswicklungen sowie einen relativ komplizierten Aufbau der nachgeschalteten elektronischen Auswerteschaltungen.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, das im Gattungsbegriff des Patentanspruches näher definierte Grundprinzip für eine Gleichstrommeßeinrichtung weiter auszubauen und eine Lösung für die Auswertung der mit der Indikatorwicklung gewonnenen Signale anzugeben, die technisch wenig aufwendig ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen neuen Weg zur Auswertung der Signale der Indikatorwicklung — die mit einer Vormagnetisierungswicklung zusammenwirkt — zu weisen, ohne daß es der Anordnung von jeweils zwei Isthmen mit Indikatorwicklungen bedarf.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Anwendung der im Patentanspruch definierten Merkmale gelöst. In den Unteransprüchen sind zweckmäßige Weiterbildungen des Erfindungskonzeptes beschrieben.

Ausführungsbeispiel

Das Erfindungskonzept wird anhand eines Ausführungsbeispiels, und zwar unter Bezugnahme auf die den Patentansprüchen angefügten Zeichnungen beschrieben.

In dieser Zeichnung zeigen

Fig. 1: die Gesamteinrichtung in ihrer Struktur und die Art der Gewinnung der Signale für den programmierbaren Operationsverstärker im Phasendetektor,

Fig. 2–4: Ausbildungen des Phasendetektors.

Der Gleichstromwandler besteht aus einer Meßwicklung 1, die vom zu messenden Strom I_1 durchflossen wird, aus einer Kompensationswicklung 2, die von Ausgangsstrom des Wandlers durchflossen wird sowie einer Vormagnetisierungswicklung 3 und einer Indikatorwicklung 4. Die Vormagnetisierungswicklung 3 und die Indikatorwicklung 4 sind auf einem magnetischen Leiter 5 angeordnet, der sich in einem Isthmus eines Magnetkreises 6 befindet, welcher auch die Meßwicklung 1 und die Kompensationswicklung 2 trägt.

Weiterhin weist der Wandler einen Wechselstromgenerator 7 auf, der eine rechteckförmige Ausgangsspannung mit dem Tastverhältnis 1:1 abgibt. Mittels eines Frequenzteilers 8, z. B. einem D-Flip-Flop, wird eine symmetrische Ausgangsspannung halber Frequenz erzeugt, die einer Integratorschaltung, welche aus einem Widerstand 9, einem Kondensator 10 und einem Verstärker 11 besteht, zugeführt wird. An den Ausgang des Verstärkers 11 ist die Vormagnetisierungswicklung 3 angeschlossen.

Die Indikatorwicklung 4 arbeitet auf eine Phasendetektorschaltung 12, die außerdem noch mit ihrem Anschluß X3 an dem Ausgang des Wechselstromgenerators 7 liegt. Sie ist so beschaffen, daß bei einem bestimmten Pegel an X3 die Spannung zwischen X1 und X2 oder eine dieser Spannung hinsichtlich der Polarität entsprechende Spannung nach X4 durchschaltet, während unterhalb dieses Pegels der Ausgang X4 hochohmig ist. Am Ausgang X4 der Phasendetektorschaltung 12 ist sowohl ein Widerstand 13 nach Masse als auch ein Tiefpaß 14 angeschaltet. Die Ausgangsspannung des Tiefpasses wird einem Verstärker 15 zugeführt, welcher die Sekundärwicklung 2 und die Bürde 16 speist.

Der Gleichstromwandler arbeitet nach dem Nullflußprinzip. Fließt durch die Meßwicklung 1 kein Strom, so ist sowohl der Magnetkreis 6 als auch der magnetische Leiter 5 nicht durch den zu messenden Strom I_1 magnetisiert. Der magnetische Leiter 5 wird mittels der Vormagnetisierungswicklung 3, welche eine in diesem Beispiel symmetrische dreieckförmige Spannung erhält, bis zur Sättigung angesteuert. Als Folge davon wird in der Indikatorwicklung 4 eine impulsförmige Spannung induziert, wobei die positiven und negativen Spannungsimpulse im Bereich des Nulldurchganges der dreieckförmigen Spannung auftreten. Der Abstand zwischen den positiv und negativ gerichteten Spannungsimpulsen ist gleich. Am Ausgang des Phasendetektors 12 erscheint durch die Tastung mit der doppelten Frequenz der an den Klemmen X1 und X2 liegenden Impulsspannung eine Spannung, deren Spannungszeitflächen des positiven und des negativen Anteils gleich sind. Während der übrigen Zeit, wenn die Spannung an X3 einen bestimmten Pegel erreicht hat, wird der Ausgang der Phasendetektorschaltung hochohmig. Durch den Widerstand 13, welcher gegen Masse geschaltet ist, führt dann der Ausgang eine Spannung gleich Null. Mittels eines Tiefpasses 14 wird die Ausgangsspannung integriert und mittels des Verstärkers 15 verstärkt. Im angenommenen Fall des Eingangsstromes gleich Null ist die Ausgangsspannung des Verstärkers 15 sowie auch der Strom durch die Bürde 16 gleich Null. Fließt ein Strom I_1 durch die Primärwicklung, so wird der Kern 6 als auch der magnetische Leiter 5 vormagnetisiert. Dies hat zur Folge, daß die positiven und negativen Impulse der in der Indikatorwicklung 4 induzierten Spannung eine Verschiebung zueinander als auch in Beziehung zur Ausgangsspannung des Wechselstromgenerators erfahren. Dadurch erscheint am Ausgang der Phasendetektorschaltung 12 eine Impulsfolge, deren Mittelwert ungleich Null ist. Dies führt dazu, daß der Verstärker 15 angesteuert wird und einen Strom durch die Sekundärwicklung 2 und die Bürde 16 treibt, der so groß ist, daß sich im Magnetkreis 6 der Fluß Null einstellt. Bis auf den durch die Regelabweichung hervorgerufenen Fehler entspricht der Strom durch die Bürde dem Strom I_1 durch die Primärwicklung 1.

Neben der bereits erhobenen Forderung, daß die Phasendetektorschaltung 12 in Abhängigkeit von der Steuergröße am Eingang X3 am Ausgang einen hochohmigen Zustand annehmen soll, muß die Phasendetektorschaltung auch eine Verstärkung der Ausgangsspannung der Indikatorwicklung 4 gewährleisten. In Fig. 2 besteht der Phasendetektor aus einem einzigen programmierbaren Operationsverstärker 17. Wenn die Spannung an X3 einen bestimmten von den Daten des verwendeten programmierbaren Operationsverstärkers 17 abhängigen Wert erreicht hat, fließt ein sogenannter Set-Strom durch den Widerstand 18. Der Operationsverstärker arbeitet dann als nichtinvertierender Verstärker, wobei die Verstärkung durch die Größe der Widerstände 19 und 20 bestimmt wird. Anderenfalls wird der Ausgang des programmierbaren Operationsverstärkers hochohmig. Dies bedeutet, daß der Ausgang auf dem Potential Null liegt. Die Widerstände 19 und 20 erfüllen die gleiche Funktion wie der Widerstand 13 in Fig. 1, so daß bei entsprechender Dimensionierung auf diesen verzichtet werden kann. Fig. 3 zeigt hingegen den Einsatz eines programmierbaren Operationsverstärkers 21, der mit den Widerständen 22 und 23 als Komparator arbeitet. Die Spannung der Indikatorwicklung 4 wird über den Kondensator 24 eingekoppelt. Gleich der in Fig. 2 dargestellten Schaltung erfolgt auch hier die Aussteuerung des Programmiereinganges des programmierbaren Operationsverstärkers 21 über einen Widerstand 25, der mit dem Anschluß X3 verbunden ist. Überschreitet die Spannung an X1 einen bestimmten Triggerpegel, welcher durch die Widerstände 22 und 23 sowie durch die Betriebsspannung des programmierbaren Operationsverstärkers festgelegt ist, so erscheint am Ausgang X4 ein Impuls, dessen Höhe von der Betriebsspannung des programmierbaren Operationsverstärkers 21, dessen Breite und Polarität von der Potentialdifferenz zwischen X1 und X2 bestimmt wird. Auch in dieser Schaltung wird bei einem fehlenden Set-Strom der Ausgang des programmierbaren Operationsverstärkers hochohmig, und der Ausgang X4 führt Nullpotential. In der Schaltung gemäß Fig. 4 findet ein logisches Element 26 Verwendung, welches über den Eingang CE in den hochohmigen Zustand (Tri-State) gesteuert werden kann. Es arbeitet äquivalent zu einem programmierbaren OV. Dem logischen Element ist ein Komparator 27 zur Pegelanpassung vorgeschaltet. Vorteilhaft ist die Verwendung von entsprechenden logischen Elementen der CMOS-Reihe, wobei eine symmetrische Betriebsspannung zur Speisung verwendet wird. Aus dem Ausführungsbeispiel ergibt sich, daß bei dem programmierbaren Operationsverstärker die Eigenschaft ausgenutzt wird, in Abhängigkeit davon, ob an einem zweiten Eingang ein Signal vorliegt, der Operationsverstärker durchgeschaltet oder gesperrt wird. Folglich sind alle Bauelemente mit einem solchen Verhalten dem programmierbaren Operationsverstärker gemäß dem Merkmal des Patentanspruches äquivalent.

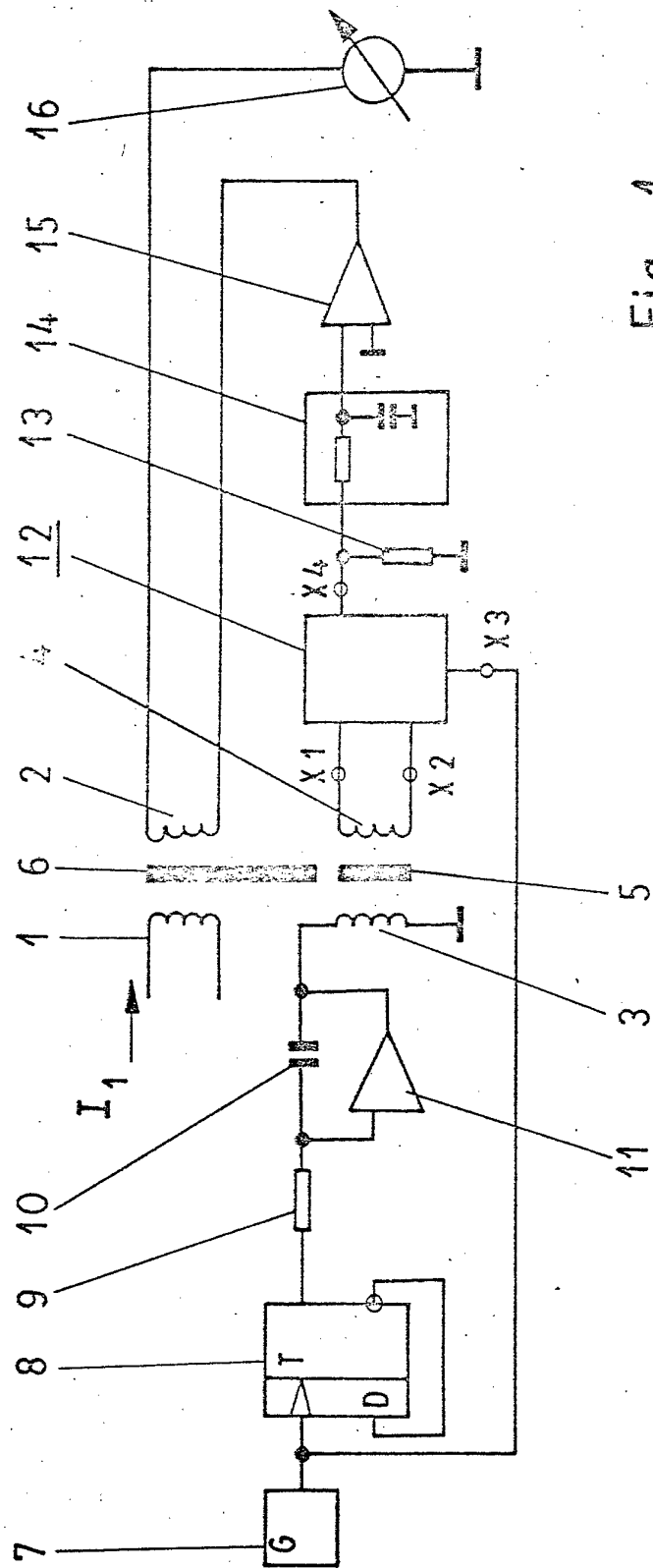


Fig. 1

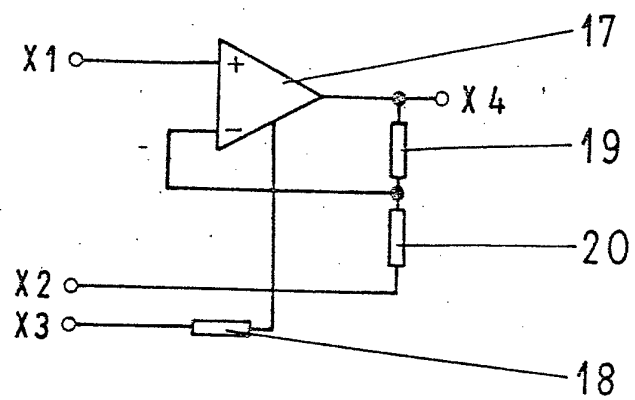


Fig 2

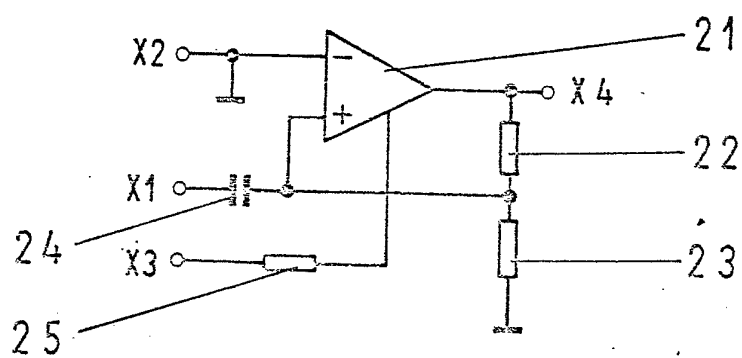


Fig 3

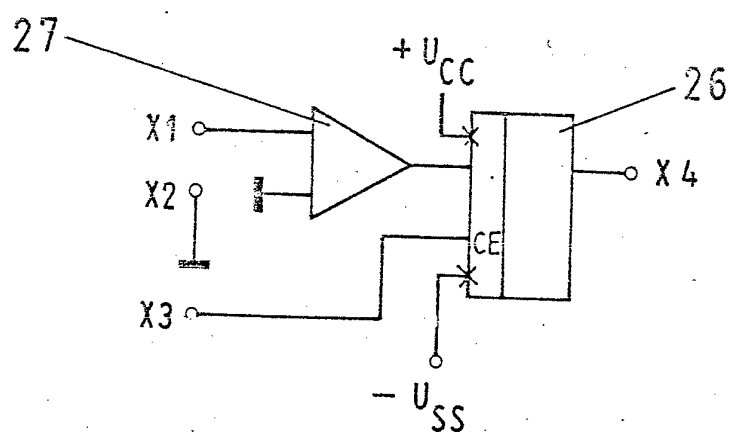


Fig 4