



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 297 517 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 R 22/00
G 01 R 21/133
G 01 R 21/14

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD G 01 R / 338 275 2
(31) 00839/89-6
03973/89-3

(22) 01.03.90
(32) 07.03.89
03.11.89

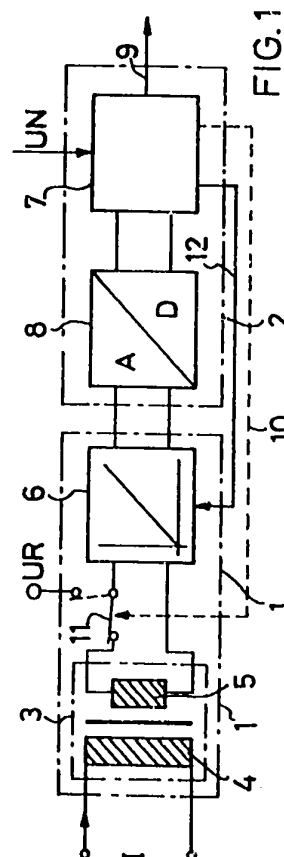
(44) 09.01.92
(33) CH

(71) siehe (73)
(72) Konrad, Bernhard, CH
(73) Zellweger Uster AG, 8610 Uster, Wilstraße 11, CH
(74) Hübner, Neumann, Radwer, Rechtsanwalt und Patentanwälte, Frankfurter Allee 286, O - 1130 Berlin, DE

(54) Statischer Elektrizitätszähler

(55) statischer Elektrizitätszähler; magnetischer Stromwandler; Meßteil; Auswerteteil; Integrator; Mikrorechner; Skalenbemessung; Referenzspannung; Referenzwert; Kalibrierwert

(57) Die Erfindung betrifft einen statischen Elektrizitätszähler für die Messung des Verbrauchs von elektrischer Energie, mit einem einen magnetischen Stromwandler enthaltenden Meßteil und mit einem Auswerteteil. Erfindungsgemäß enthält der Meßteil einen offenen magnetischen Stromwandler von der Art eines nicht belasteten Transformators und einen diesem nachgeschalteten Integrator. Dadurch treten im Wandler keine durch Sättigung verursachten Meßfehler auf, und die Verbrauchszählung ist frequenzunabhängig. Der Auswerteteil umfaßt einen Mikrorechner, in welchem eine Skalenbemessung des Ausgangssignals des Meßteils unter Berücksichtigung der charakteristischen Zeitkonstanten der Integrationsstufe erfolgt. Im Auswerteteil ist ein mittels einer über eine definierte Zeit an die Integrationsstufe angelegten definierten Referenzspannung gewonnener Referenzwert für das Ausgangssignal des Meßteils gespeichert. Der Skalierungsfaktor ist aus dem Verhältnis zwischen dem Referenzwert und einem im Betrieb gewonnenen Kalibrierwert für die Skalenbemessung ableitbar. Fig. 1



Patentansprüche:

1. Statischer Elektrizitätszähler für die Messung des Verbrauchs von elektrischer Energie, mit einem einen magnetischen Stromwandler enthaltenden Meßteil und mit einem Auswerteteil, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein mit einem Luftspalt versehener, offener Stromwandler (3) von der Art eines nicht belasteten Transformators vorgesehen und daß diesem eine Integrationsstufe (6, 13) nachgeschaltet ist.
2. Elektrizitätszähler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Auswerteteil (2) einen Mikrorechner (7) aufweist, in welchem eine Skalen-Bemessung des Ausgangssignals des Meßteils (1) unter Berücksichtigung der charakteristischen Zeitkonstanten der Integrationsstufe (6, 13) erfolgt.
3. Elektrizitätszähler nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Auswerteteil (2) ein mittels einer über eine definierte Zeit an die Integrationsstufe (6, 13) angelegten definierten Referenzspannung gewonnener Referenzwert für das Ausgangssignal des Meßteils (1) gespeichert und daß aus dem Verhältnis zwischen dem Referenzwert und einem im Betrieb gewonnenen Kalibriervorgang als idealer Integrator beschaltbar ist.
4. Elektrizitätszähler nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Integrationsstufe durch einen idealen Integrator (6) mit Operationsverstärker gebildet ist.
5. Elektrizitätszähler nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Integrationsstufe durch ein RC-Glied, vorzugsweise durch einen Tiefpaß (13), gebildet ist.
6. Elektrizitätszähler nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Tiefpaß (13) für den Kalibriervorgang als idealer Integrator beschaltbar ist.
7. Elektrizitätszähler nach Anspruch 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kalibriervorgang durch Anlegen der gleichen definierten Referenzspannung (UR) über die gleiche definierte Zeit wie bei der Bestimmung des Referenzwertes ermittelt wird.
8. Elektrizitätszähler nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Referenzspannung durch eine Gleichspannung (UR) gebildet ist.
9. Elektrizitätszähler nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Referenzspannung durch eine Wechselspannung (UR') gebildet ist und daß am Ausgang des Meßteils (1) der Effektivwert oder der gleichgerichtete Mittelwert (UM) des Ausgangssignals gemessen wird.
10. Elektrizitätszähler nach Anspruch 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stromwandler (3) durch eine vom Laststrom (I) durchflossene, lineare Drosselspule (4) und eine dieser zugeordnete Hilfswicklung (5) gebildet ist und daß die in der Hilfswicklung induzierte Spannung das Eingangssignal der Integrationsstufe (6, 13) bildet.
11. Elektrizitätszähler nach den Ansprüchen 5 und 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hilfswicklung (5) durch einen hochohmigen Widerstand (19) belastet ist.
12. Elektrizitätszähler nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Referenzspannung (UR') durch die Referenz-Gleichspannung des dem Mikrorechner (7) vorgeschalteten Analog-Digital-Wandlers (8) gebildet ist, welche abwechselnd positiv und negativ an den Eingang der Integrationsstufe gelegt ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen statischen Elektrizitätszähler für die Messung des Verbrauchs von elektrischer Energie mit einem einen magnetischen Stromwandler enthaltenden Meßteil und mit einem Auswerteteil.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Für die Erfassung des elektrischen Energieverbrauchs ist es bekanntlich erforderlich, die Leiterströme vor dem jeweiligen Verbraucher zu messen, wobei die dabei interessierenden Größen vor allem Betrag und Phase der Grundschwingung und einiger weniger Oberwellen sind.

Die an sich naheliegende direkte Messung der Ströme mittels Shunt ist in mehrphasigen Netzen nicht möglich, da der Potentialunterschied der Shunts der verschiedenen Phasen (verkettete Netzspannung) zu groß ist, um durch die Elektronik des statischen Elektrizitätszählers verkraftet zu werden.

Die Messung durch konventionelle Stromwandler ist ebenfalls nachteilig, weil bei Vorhandensein einer Diode in der Installation des Verbrauchers ein Gleichstrom durch den Wandler zirkuliert, der diesen, falls kein Luftspalt vorhanden ist, sättigt. Diese Sättigung führt aber zu unzulässigen Fehlern bei der Messung der durch den Abonnementen verbrauchten Energie. Diese Sättigung kann durch einen Luftspalt im Kern des Wandlers verhindert werden, welcher aber zu untragbar großen Dimensionen des Wandlers führt. Denn die vom Wandler geforderte Genauigkeit kann nur erreicht werden, wenn die Streuimpedanz des Wandlers gegenüber seiner Magnetisierungsimpedanz verschwindend klein ist. Es ist aus dem U. S. Patent Nr. 3 546 565 bekannt, die genannte unerwünschte Sättigung des Kerns durch Einbau eines Luftspalts zu vermeiden und das dadurch verursachte Absinken der Magnetisierungsimpedanz mit einem Kondensator zu kompensieren. Da aber der kapazitive Widerstand frequenzabhängig ist, wird ein derartiger Elektrizitätszähler immer nur eine bestimmte Stromkomponente, und zwar die Grundschwingung, richtig, die Harmonischen aber falsch zählen. Daher ist diese bekannte Lösung nachteilig.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Meßgenauigkeit eines statischen Elektrizitätszählers zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen statischen Elektrizitätszähler zu schaffen, bei dessen magnetischem Wandler keine unzulässigen, durch Sättigung verursachten Meßfehler auftreten und der auch bei unterschiedlichen Frequenzen eine exakte Verbrauchszählung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein mit einem Luftspalt versehener, offener Stromwandler von der Art eines nicht belasteten Transformators vorgesehen und daß diesem eine Integrationsstufe nachgeschaltet ist.

Die erfindungsgemäße Lösung enthält also einen unbelasteten, magnetischen Stromwandler, bei dem es zu keiner Sättigung des Kerns durch den primär zirkulierenden Strom kommt. Am Ausgang des Stromwandlers ist ein Signal dl/dt erhältlich, aus welchem der Integrator den Strom I bestimmt.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Elektrizitätszählers ist dadurch gekennzeichnet, daß der Auswerteteil einen Mikrorechner aufweist, in welchem eine Skalen-Bemessung des Ausgangssignals des Meßteils unter Berücksichtigung der charakteristischen Zeitkonstanten der Integrationsstufe erfolgt.

Integratoren haben bekanntlich unter anderem die Eigenschaft, daß ihre charakteristischen Zeitkonstanten durch Temperaturänderungen und Alterung starken Schwankungen unterworfen sind. Dabei sind insbesondere die verwendeten Kondensatoren sehr kritische Elemente, deren Stabilisierung auf die geforderte Genauigkeit hohe Kosten verursacht. Dieses Problem der Langzeitgenauigkeit analoger Integratoren wird durch die erfindungsgemäße Berücksichtigung der charakteristischen Zeitkonstante des Integrators bei der Skalen-Bemessung des Signals des Meßteils auf einfache Weise gelöst. Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Elektrizitätszählers ist dadurch gekennzeichnet, daß im Auswerteteil ein mittels einer über eine definierte Zeit an die Integrationsstufe angelegten definierten Referenzspannung gewonnener Referenzwert für das Ausgangssignal des Meßteils gespeichert ist und daß aus dem Verhältnis zwischen diesem Referenzwert und einem im Betrieb des Elektrizitätszählers gewonnenen Kalibrierwert der Skalierungsfaktor für die genannte Skalen-Bemessung ableitbar ist.

Ausführungsbeispiel

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der Zeichnungen näher erläutert; es zeigt

Fig. 1: ein Blockschema eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungswesentlichen Teile eines Elektrizitätszählers;

Fig. 2: eine Detailvariante des Blockschemas von Fig. 1;

Fig. 3: das Beispiel von Fig. 2, etwas detaillierter;

Fig. 4: ein Schema eines zweiten Ausführungsbeispiels und

Fig. 5: ein Diagramm zur Funktionserläuterung.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem statischen Elektrizitätszähler, bestehend aus einem Meßteil 1 und aus einem Auswerteteil 2. Der Meßteil 1 enthält einen magnetischen Stromsensor 3, mit welchem Leiterströme potentialfrei erfaßt werden können. Da wegen des Gleichstromanteils im Verbraucherstrom nicht direkt mittels eines Stromwandlers gemessen werden kann, besteht der Stromsensor aus einer linearen Drosselspule 4, welche vom Laststrom I durchflossen wird, und aus einer Hilfswicklung 5, in welcher durch die Spule 4 eine Spannung induziert wird.

Die in der Hilfswicklung 5 induzierte Spannung wird einem analogen Integrator 6 zugeführt, in welchem durch Integration der genannten induzierten Spannung eine stromproportionale Spannung erzeugt wird. Diese wird als transformiertes Stromsignal weiterverarbeitet. Die eigentliche Messung erfolgt in einem Mikrorechner 7 mit vorgeschaltetem Analog-Digital-Wandler 8. Am Ausgang 9 des Mikrorechners 7 ist somit ein Stromsignal oder eine davon abgeleitete Größe, wie Energie oder Leistung, erhältlich. Mit UN ist die dem Mikrorechner 7 zugeführte Lastspannung bezeichnet.

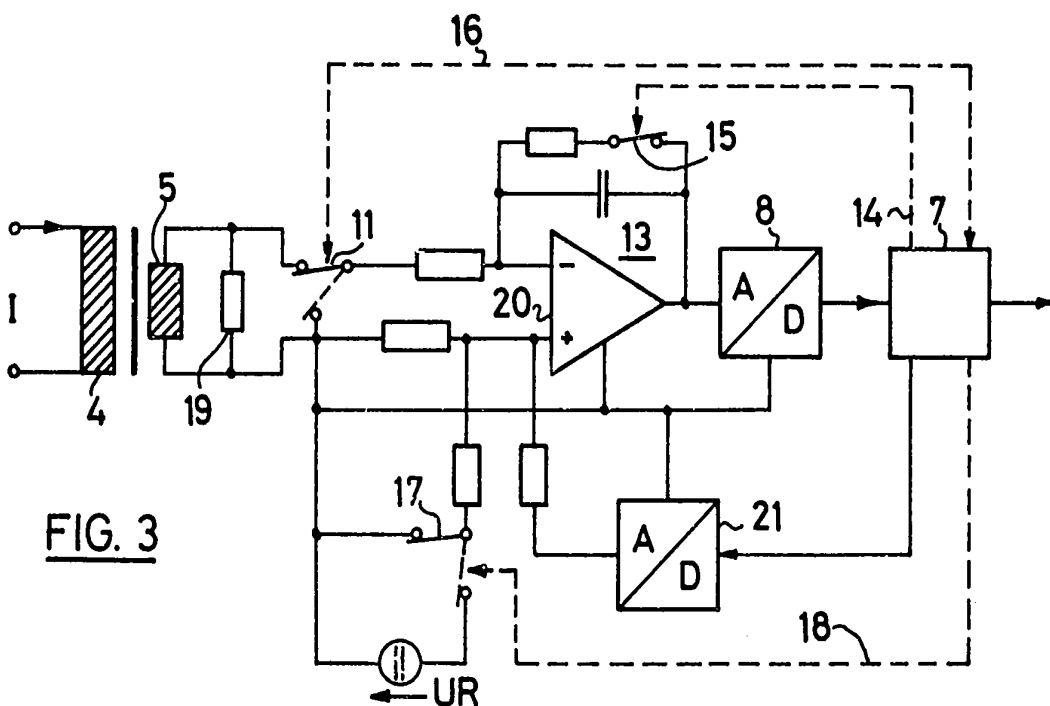
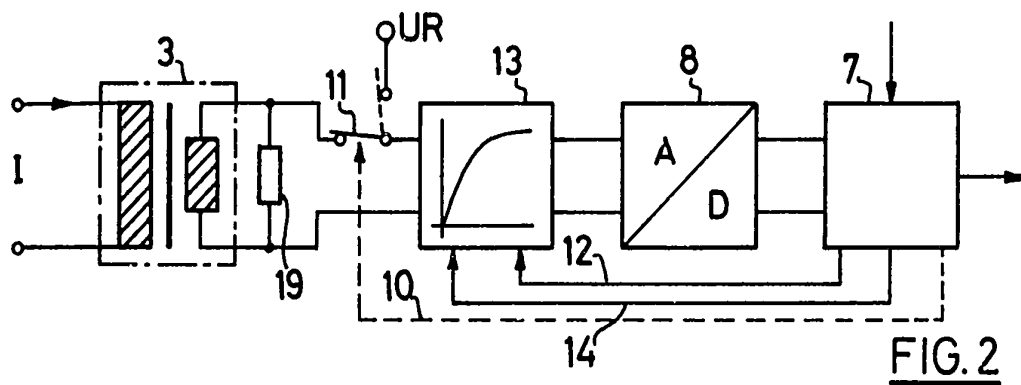
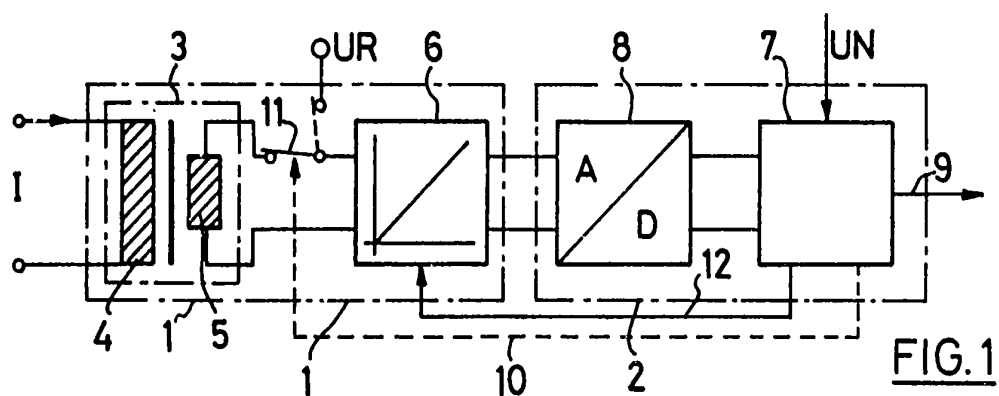
In der EP-A-0201019 ist ein statischer Elektrizitätszähler mit einem elektronischen Meßwerk beschrieben, welcher einen Mikrorechner für die Signalverarbeitung unter Berücksichtigung von Korrekturwerten für die verschiedenen Elemente der Schaltung aufweist. Dabei stellen die Korrekturwerte jeweils einen integralen Wert für den betreffenden Meßbereich dar und sind in im Zähler gespeicherten Zählerkenngrößen enthalten, von denen jede einen einer definierten Energiemenge entsprechenden Zahlenwert repräsentiert. Auf die Offenbarung dieser EP-A wird hiermit ausdrücklich Bezug genommen.

Der in Fig. 1 der vorliegenden Patentanmeldung dargestellte Meßteil 1 mit dem Stromsensor 3 und dem Integrator 6 würde bei dem bekannten Elektrizitätszähler nach der EP-A-0201 109 Bestandteil von dessen Eingangsmodul 1 (Fig. 1) bilden, die Funktion des Mikrorechners 7 würde vorzugsweise vom Microcomputer 8 (Fig. 1) dieses bekannten Elektrizitätszählers übernommen. Wie schon erwähnt wurde, sind die charakteristischen Zeitkonstanten von analogen Integratoren von der Art des Integrators 6 starken Schwankungen unterworfen, welche durch Temperaturänderungen und Alterung verursacht sind. Daher können derartige Integratoren nur dann sinnvoll in der Praxis eingesetzt werden, wenn ihre charakteristischen Zeitkonstanten in den erforderlichen Abständen überprüft werden und wenn die Sorge getragen ist, daß etwaige Änderungen und Schwankungen das Meßergebnis nicht verfälschen können. Üblicherweise würde letzteres durch eine entsprechende Nachregelung des Integrators erfolgen; beim vorliegenden Elektrizitätszähler wird dafür der folgende Weg vorgeschlagen:

Es wird im Betrieb des Elektrizitätszählers die Integratorzeitkonstante gemessen und zur Skalierung, das heißt zur Skalen-Bemessung oder Skalen-Gewichtung des Stromsignals oder der von diesem abgeleiteten Größe, wie beispielsweise Energie oder Leistung, verwendet. Das bedeutet mit anderen Worten, daß der Mikrorechner 7 bei der Berechnung der verbrauchten Energie aus dem Übertragungswert des ihm zugeführten Signals diesen Übertragungswert mit einem anhand der Messung der Integrationszeitkonstante gewonnenen „Skalierungsfaktor“ multipliziert und dadurch etwaige Schwankungen der Integratorzeitkonstante ausgleicht. Es findet also im Betrieb des Elektrizitätszählers eine fortwährende Selbstkalibrierung statt. Diese Selbstkalibrierung erfolgt in der Praxis dadurch, daß von einer geeigneten Steuerung, vorzugsweise durch den Mikrorechner 7, einerseits via eine Leitung 10 ein Schalter 11 von der voll ausgezogenen in die gestrichelt eingezeichnete Stellung umgeschaltet und andererseits (Leitung 12) der Ausgang des Integrators 6 auf Null gesetzt wird. Durch die Betätigung des Schalters 11 wird an den Eingang des Integrators 6 anstatt der induzierten Spannung der Hilfswicklung 5 eine Referenz-Gleichspannung UR angelegt, wodurch die Spannung am Integratorspannung rampenförmig ansteigt. Nach einer definierten Zeit wird diese Spannung gemessen und dadurch ein Kalibrierwert gewonnen, wobei eventuell zur Ausschaltung von Störungen mehrere Messungen mit Mittelwertbildung durchgeführt werden können. Nun wird der Kalibrierwert mit einem unter Eichbedingungen auf gleiche Weise gemessenen und archivierten, vorzugsweise im Mikrorechner 7 gespeicherten Referenzwert verglichen. Dieser Vergleich ergibt unmittelbar den schon genannten Skalierungsfaktor. Der beschriebene Kalibrierungsvorgang wird vom Mikrorechner 7 in größeren Abständen von beispielsweise Tagen oder Wochen selbst ausgelöst. Er beträgt jeweils nur wenige Sekunden, so daß der Betrieb des Elektrizitätszählers nicht beeinträchtigt wird.

Bei der in den Figuren 2 und 3 dargestellten Variante wird statt eines idealen Integrators 6 ein Tiefpaß 13 mit tiefer Grenzfrequenz verwendet. Dies entschärft die Probleme, die aus eventuellen Eingangs-Fehlspannungen des Verstärker-Elements im Integrator resultieren können. Allerdings muß der Tiefpaß 13 für den Kalibriervorgang als idealer Integrator beschaltet werden, was durch Öffnen eines über eine Steuerleitung 14 betätigbaren Schalters 15 (Fig. 3) erfolgt. Die anderen Vorgänge bei der Kalibrierung verlaufen ähnlich wie schon beschrieben: Abstellen des Tiefpasses 13 von der Hilfswicklung 5 via Schalter 11 und Steuerleitung 16 (Fig. 3) und Anlegen der Referenzspannung UR via Schalter 17 und Steuerleitung 18. Durch schwache Belastung der Hilfsentwicklung 5 mit einem hochohmigen Widerstand 19 (Fig. 2, 3) kann eine Bandpaß-Charakteristik des Meßkreises erzeugt werden. Dies hat den Vorteil der Dämpfung höherfrequenter Anteile im Eingangsstrom und reduziert damit die Anforderungen an den Tiefpaß-Verstärker 20. Weiter kann zur zusätzlichen Korrektur von Offsetspannungen vom Mikrorechner 7 über einen Digital/Analog-Wandler 21 am Eingang des Tiefpaß-Verstärkers ein Offsetkorrektursignal hinzugeführt werden.

Eine andere Variante besteht darin, für die Kalibrierung als Referenzspannung anstatt einer Gleichspannung UR eine Wechselspannung UR' zu verwenden. Diese Variante ist in den Figuren 4 und 5 dargestellt. Wie auch bei den anderen Ausführungsbeispielen wird durch Umlegen des Schalters 11 das reguläre Eingangssignal vom Eingang des Tiefpasses 13 abgetrennt und statt dessen die Referenz-Wechselspannung UR' angelegt (vgl. Fig. 5, Zeile a); am Ausgang des Tiefpasses 13 wird eine Wechselspannung UA erzeugt (Fig. 5, Zeile b), deren Effektivwert, oder vorteilhafter, deren gleichgerichteter Mittelwert UM (Fig. 5, Zeile c) über eine bestimmte Zeitdauer T gemessen wird. Ein Vergleich des Ergebnisses dieser Messung mit einem auf gleiche Art bei der Eichung gemessenen und archivierten Referenzwert liefert einen Wert, der der Änderung der Meßkonstante des Meßteils direkt proportional ist. Meßteil bezeichnet hier in Analogie zu Fig. 1 den aus Drosselspule 4 mit Hilfswicklung 5 (Stromsensor 3) und aus dem Tiefpaß 13 bestehenden Strom-Meßkreis. Mit Meßkonstante ist das Amplitudenverhältnis zwischen Aus- und Eingangsspannung am Tiefpaß 13 bezeichnet. Zur Verringerung des Schaltungsaufwands kann als Referenz-Wechselspannung UR' die ohnehin vorhandene Referenz-Gleichspannung des Analog-Digital-Wandlers 8 verwendet werden, indem diese mittels Analog-Schaltern abwechselnd positiv und negativ an den Eingang des Tiefpasses 13 angelegt wird.



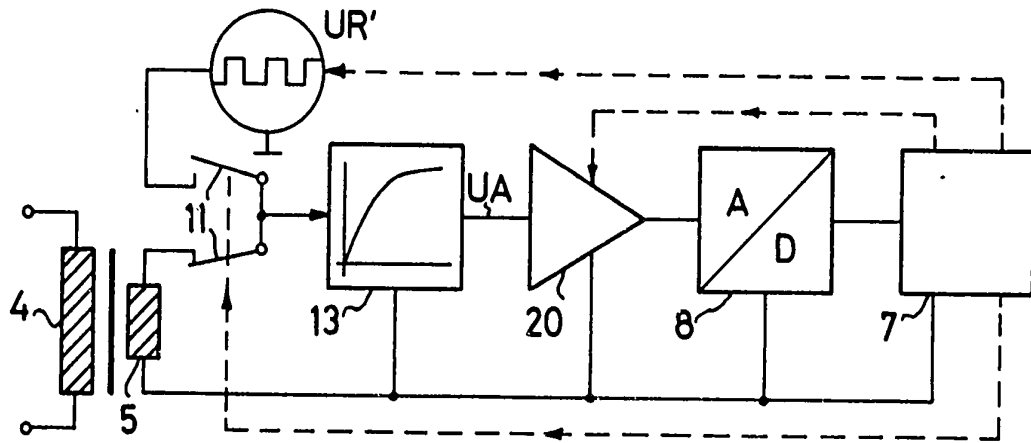


FIG. 4

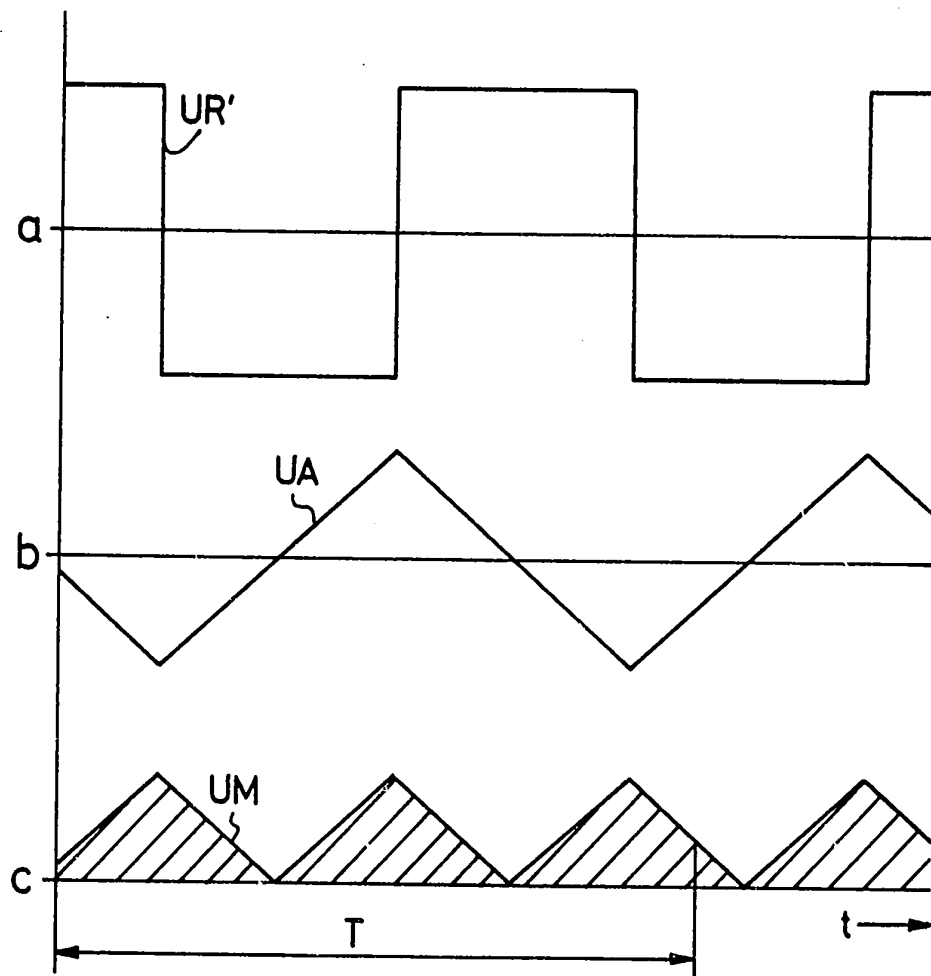


FIG. 5