



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

160 913

Int.Cl.³

3(51)

G 04 F 13/04

G 01 D 1/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 04 F/ 2132 17

(22) 29.05.79

(44) 13.06.84

(71) INGENIEURHOCHSCHULE MITTWEIDA;DD;

(72) SCHLEICHER, ERICH, PROF. DR. RER. NAT.;DD;

(54) ANORDNUNG ZUR QUASIDIGITALEN UNTERSETZUNG UND ANZEIGE VON BETRIEBSZEITINTERVALLEN

(57) Die Anordnung arbeitet auf coulometrischer Grundlage und beruht auf der Kombination von zwei an sich bekannten elektrolytischen Anordnungen zur Schaltung und Messung langer Betriebszeiten. Der in der ersten elektrolytischen Anordnung durch einen Elektrolysestrom in Kapillarrichtung verschobene elektrolytische Einschluß zwischen zwei Quecksilberhalbsäulen schaltet beim Passieren von einander gegenüberliegenden Elektrodenpaaren über einen Schwellwertschalter einen Wechselstromkreis so auf eine zweite elektrolytische Anordnung, daß dieser nach Gleichrichtung seinerseits als Elektrolysestrom wirkt. Durch geeignete Wahl der Ströme ist in weiten Grenzen eine Untersetzung der Fortbewegungsgeschwindigkeit des elektrolytischen Einschlusses der zweiten Kapillare gegenüber der Fortbewegungsgeschwindigkeit in der ersten Kapillare möglich. Bei einem Untersetzungsverhältnis von 10:1 gestattet die erfindungsgemäße Anordnung beispielsweise über ein Betriebszeitintervall von 1000 Stunden eine quasidigitale zeitliche Auflösung von 12 Minuten. Die beschriebene Anordnung kann auf vielen Gebieten des elektronischen Gerätebaus, zur Überwachung von Wartungszeiträumen, Serviceintervallen und für Zuverlässigkeitsuntersuchungen eingesetzt werden.

Titel der Erfindung

Anordnung zur quasidigitalen Untersetzung und Anzeige von Betriebszeitintervallen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur quasidigitalen Zeituntersetzung von Betriebszeitintervallen, die auf der Basis elektrolytischer Coulometer arbeitet. Sie hat die Vorzüge der bekannten coulometrischen Betriebszeitmesser, das heißt keine bewegten mechanischen Teile, geringer Strombedarf, niedrige Spannung, großer Betriebstemperaturbereich, gestattet aber durch das angewandte Prinzip eine wesentlich größere Anzeigegenauigkeit. Dies ist von besonderer Bedeutung, da elektrolytische Anordnungen zur Betriebszeitmessung für Zeiträume von 10 bis 10 000 Stunden geeignet sind und bei größeren Zeitintervallen die erzielbare Anzeigegenauigkeit von etwa 2 % zu relativ großen Fehlern führen kann, wenn die Coulometerkapillare geringe Abmessungen hat. Neben der Anwendung zur Messung von Betriebszeiten in elektrischen oder elektronischen Geräten kann die erfindungsgemäße Anordnung auch als quasidigitaler Strom-Zeit-Integrator oder als Zeitmesser verwendet werden. Im letzten Falle ist eine eigene konstante Batterie erforderlich.

Die beschriebene Anordnung ist zur Feststellung der Betriebsdauer elektrischer oder elektronischer Geräte, für Zuverlässigkeitsuntersuchungen und für die präzise Anzeige von Service- und Wartungsintervallen geeignet. Unter Verwendung einer eigenen Batterie lassen sich aber auch Gebrauchszeiten von mechanischen Geräten und Zeitabläufe messen. Die Außentemperatur hat dabei im Bereich von $-20...+70^{\circ}\text{C}$ keinen Einfluß auf die Meßgenauigkeit. Bei höheren Temperaturen sind lediglich die Temperaturkoeffizienten der äußeren Beschaltungselemente zu berücksichtigen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die meisten Anordnungen zur quasidigitalen Untersetzung und Anzeige von Betriebszeitintervallen sind elektromechanisch aufgebaut und bestehen aus einem Elektromotor, Untersetzungsgetriebe und Zählwerk bzw. aus einem Zählwerk, das über ein in Intervallen geschaltetes Relais betätigt wird. Daneben lassen sich auch elektronische Digitaluhren in den verschiedensten Ausführungsformen für diese Zwecke einsetzen.

Diesen Ausführungsformen haften einige Nachteile an, die besonders im Preis, in der geometrischen Größe und/oder im Leistungsbedarf begründet liegen.

Diese Nachteile überwinden die Coulometer, deren Wirkprinzip in der Messung einer durch Elektrolyse abgeschiedenen Stoffmenge beruht. Neben älteren Ausführungen, die für Betriebszeitmessungen in elektronischen Geräten wegen ihrer Größe, ihrer Lageabhängigkeit oder ihres Stromverbrauches nicht in Betracht kommen, ist das elektrolytische Mikrocoulometer mit seinen Weiterentwicklungen in vieler Hinsicht für die Messung von Betriebszeiträumen die geeignetste Lösung. Bekanntermaßen bestehen solche Ausführungen aus einer mit Quecksilber gefüllten Kapillare, die an einer Stirnseite durch eine als Katode dienende Elektrode, an der anderen durch eine Anode abgeschlossen wird. Innerhalb der Quecksilbersäule befindet sich ein kleiner, mit Elektrolyt gefüllter Zwischenraum. Wenn durch

diese Anordnung ein Strom fließt, so gilt für die ablaufenden Vorgänge das Faradaysche Gesetz, das in seiner Form für konstante Ströme

$$M = A \cdot I \cdot \Delta t$$

lautet. Dabei ist M die abgeschiedene Stoffmenge, A das elektrochemische Potential, I der Strom und Δt die Stromflußzeit. Bei fließendem Strom gehen an der mit der Anode verbundenen Quecksilbersäule Hg-Ionen in Lösung, wandern durch den elektrolytischen Zwischenraum und werden an der mit der Katode verbundenen Quecksilbersäule wieder abgeschieden. Das Quecksilber wandert also mit dem Strom vom positiven zum negativen Pol, das heißt, die positive Quecksilbersäule wird kürzer, die negative dagegen länger, und der mit Elektrolyt gefüllte Zwischenraum wandert entgegen der Stromrichtung. Bei konstantem Strom ist die durchwanderte Strecke der Stromflußzeit proportional.

Es ist weiterhin bekannt, daß eine solche Anordnung auch zur Schaltung von Betriebszeiten einsetzbar ist, wenn quer zur Quecksilbersäule gegenüberliegende Elektroden, deren Breite kleiner ist als die Länge des mit Elektrolyt gefüllten Zwischenraumes, in die Kapillare hineinragen. Beim Durchlaufen des Zwischenraumes ändert sich dann der Durchgangswiderstand zwischen den gegenüberliegenden Elektroden, so daß in einem angeschlossenen Wechselstromkreis über Schwellwertschaltungen Signal- oder Schaltvorgänge ausgelöst werden können. Es ist auch bekannt, daß diese Elektroden, wenn sie in der Nähe von Katode und Anode der elektrolytischen Anordnung angebracht sind, über elektronische Schaltvorrichtungen zur Umschaltung des Elektrolysestromes genutzt werden können. Wenn die Kapillare durch eine rillenförmige Vertiefung in einem aus zwei sandwichförmig aufeinanderliegenden Plättchen gebildet wird und die Elektroden schichtförmig auf der Innenseite des Plättchens aufgebracht sind, so erhält man ein kompaktes elektronisches Bauelement, das kompatibel zu elektronischen

Schaltungen ist und der Gehäuseform mikroelektronischer Schaltkreise angepaßt werden kann. Obwohl diese Elemente durch verschiedene Variationsmöglichkeiten viele Ansprüche erfüllen können, ist die erzielbare Genauigkeit von ca. 2 %, gemessen als Wegstrecke und bezogen auf das bei gegebenen Parametern maximal meßbare Zeitintervall, zu gering.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung setzt sich zum Ziel, auf der Basis elektrolytischer Anordnungen zur Schaltung und Messung langer Betriebszeiten gegenüber den bisher bekannten Anordnungen eine wesentlich größere Genauigkeit unter Beibehaltung der Einfachheit, der geringen Temperaturabhängigkeit und der Robustheit zu erzielen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die an sich bekannten elektrolytischen Anordnungen zur Schaltung und Messung langer Betriebszeiten so zu kombinieren, daß ein für diese Elemente neuartiger Effekt, die quasidigitale Zeituntersetzung von Betriebszeiträumen, auftritt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß gemäß Figur 1 über die Elektroden einer an sich bekannten elektrolytischen Anordnung zur Schaltung von Betriebszeiten 1, bestehend aus einer mit Quecksilber 7 gefüllten Kapillare mit einem Einschluß aus einem wässrigen Elektrolyten 3, der sich unter Einwirkung eines über Katode und Anode der Anordnung fließenden Gleichstromes entgegengesetzt zur Stromrichtung bewegt, ein Wechselstrom fließt. Stellvertretend für alle Elektroden wurde in Figur 1 die Elektrode 5 gekennzeichnet. Der dem Elektrolysevorgang dienende Gleichstrom wird von diesem Querstrom durch die Kondensatoren C 1, C 2, C 3 usw. und den entsprechenden Blockkondensatoren an den jeweils gegenüberliegenden Elektroden abgeblockt. Wenn der elektrolytische Zwischenraum 3 diese gegenüberliegenden Elektroden passiert,

so erhöht sich im jeweiligen Wechselstromteilkreis der Widerstand. Auf die Abblockkondensatoren folgen die in Figur 1 mit SS 1, SS 2, SS 3 usw. bezeichneten Schwellwertschalter. Sie sind so eingestellt, daß durch sie kein Strom fließt, wenn sich zwischen den Elektroden und der Kapillare Quecksilber befindet. Sie lassen nur dann einen definierten Stromfluß zu, wenn durch die beim Passieren des elektrolytischen Zwischenraumes erfolgende Widerstandserhöhung eintritt. In der zur Verdeutlichung der erfindungsgemäßen Anordnung in Figur 1 gezeichneten, stark vereinfachten Schaltung bedeutet dies, daß nur über den Schwellwertschalter SS 4 ein Stromfluß entsteht, während die übrigen Schalter sperren. Dieser Stromfluß induziert über den Übertrager 9 sekundärseitig eine Spannung, die durch die Diode 10 gleichgerichtet wird und in der Anordnung 2 über die Elektroden und die Quecksilberteilsäulen 8 einen Gleichstrom durch die Kapillare fließen läßt, der eine Bewegung des elektrolytischen Einschlusses 4 zur Folge hat.

Die elektrolytische Anordnung 2 entspricht im Prinzip der elektrolytischen Anordnung 1, jedoch kann die Anzahl der in die Kapillare hineinragenden Elektroden unterschiedlich sein und ist auch in Figur 1 nur als Beispiel zur Darstellung des Wirkprinzips anzusehen.

Aus der beschriebenen Anordnung ergibt sich ihre Funktion. An die Gleichstromelektroden an den Stirnseiten der Anordnung 1 wird über einen passend gewählten Vorwiderstand die Betriebsspannung des Gerätes gelegt, dessen Betriebszeit gemessen werden soll. Der durch die Anordnung fließende Gleichstrom bewegt den Zwischenraum 3 gemäß dem Faradayschen Gesetz entgegengesetzt zur Stromflußrichtung. Solange der Zwischenraum ein Elektrodenpaar passiert, wobei die Breite der Elektroden stets kleiner als die Länge des Einschlusses sein muß, liegt an der Anordnung 2 eine Gleichspannung an, die zu einer Verschiebung des Zwischenraumes 4 führt. Wenn durch die Weiterbewegung des Zwischenraumes 3 in der Anordnung 1 die Elektroden wieder in Quecksilber tauchen, sperrt der zugehörige

Schwellwertschalter den Stromfluß, und der Zwischenraum 4 in der Anordnung 2 bleibt stehen. Wenn der Zwischenraum 3 das nächste Elektrodenpaar der Anordnung 1 passiert, verschiebt sich der Zwischenraum 4 erneut so lange, wie der entsprechende Schwellwertschalter den Strom durchschaltet. Die exakte Untersetzung der Bewegung des Zwischenraumes 3 in der Anordnung 1 in die Bewegung des Zwischenraumes 4 der Anordnung 2 ergibt sich aus dem Faradayschen Gesetz in der Form $M = A \cdot I \cdot \Delta t$ für konstanten Strom I , da die abgeschiedene Stoffmenge M proportional der Stromflußzeit Δt ist. Die Vorteile des beschriebenen Prinzips gegenüber den bisher bekannten Anordnungen ergeben sich jedoch erst aus der für eine einzelne elektrolytische Anordnung an sich bekannten Möglichkeit, mit den in der Nähe der stirnseitigen Gleichstromelektroden, in Figur 1 also mit den zu den Kondensatoren C 1 und C 7 zugeordneten Elektrodenpaaren, den Stromfluß über die Quecksilbersäule umzupolen. Wird diese Umpolung, deren Wirkungsweise bekannt ist, angeschlossen oder eine manuelle Umpolung vorgesehen, so kann über einem Vorwiderstand, der die Bewegungsgeschwindigkeit des elektrolytischen Zwischenraumes über die beim elektrolytischen Prozeß transportierte Materialmenge festgelegt, der Strom beispielsweise so eingestellt werden, daß ein vollständiger Durchlauf dieses Zwischenraumes 3 im Zeitraum Δt nur zu einer Fortbewegung des Zwischenraumes 4 in der Kapillare 2 um den n -ten Teil der Länge dieser Kapillare 2 führt. Bei zehn Elektrodenpaaren in der Kapillare 1 könnte beispielsweise eine Untersetzung von 10 : 1 zu einer Fortbewegung des Zwischenraumes 4 um $\frac{1}{10}$ führen. Nach Erreichen der Endstellung in Kapillare 1 erfolgt ¹⁰ die Umschaltung, und der 2. Durchlauf würde wiederum zur Fortbewegung des Zwischenraumes 4 um ein weiteres Zehntel der Kapillarenlänge 2 beitragen. Auf diese Weise würden, wenn das Beispiel der Anordnung von je 10 Elektrodenpaaren genommen wird, 10 Durchläufe in der Kapillare 1 zu nur einem Durchlauf in der Kapillare 2 führen. Damit läßt sich eine wesentlich genauere Auflösung des Betriebszeitraumes erreichen, als dies bei den bisher bekannten Lösungen der Fall ist. Um bestimmte Untersetzungsverhältnisse

einzuhalten, müssen die Vorwiderstände vor den Kapillaren zur Einstellung der Elektrolysegleichströme entsprechend gewählt werden. Diese Vorwiderstände wurden in Figur 1 nicht eingezeichnet, um die Übersichtlichkeit des Prinzips der erfindungsgemäßen Anordnung nicht zu beeinträchtigen. Natürlich können auch beliebige andere Untersetzungsverhältnisse gewählt werden. Es ist weiterhin vorausgesetzt, daß die elektronischen Schwellwertschalter, die auch in einem integrierten Schaltkreis zusammengefaßt werden können, so bemessen werden, daß der von ihnen beim Durchgang des Zwischenraumes 3 durchgeschaltete Strom stets den gleichen Wert hat. Dazu existieren genügend schaltungstechnische Angaben.

Der Durchgang des Zwischenraumes in der Kapillare 1 kann über Signal- oder Schalteinrichtungen 11 erkennbar gemacht werden. Gleiches gilt auch für den Durchlauf des Zwischenraumes in der Kapillare 2, der ebenfalls in bekannter Weise über einen weiteren Wechselstromkreis und weitere Schwellwertschalter erkennbar gemacht werden kann und zur Auslösung von Signal- und Schaltströmen verfügbar ist. Die mit Kondensatoren abgeblockten Elektrodenpaare sind als einfachste Realisierung der Trennung von Gleich- und Wechselstromkomponenten aufzufassen. Es sind dafür auf der Basis integrierter Schaltkreise jedoch auch andere schaltungstechnische Möglichkeiten bekannt, deren Beschreibung jedoch nicht Gegenstand der erfindungsgemäßen Anordnung sein soll.

Mit der erfindungsgemäßen Anordnung ist es natürlich auch möglich, Strom-Zeit-Integrale zu messen, wenn die Elektrolyseströme nicht konstant sind. Auf eine zusätzliche Erläuterung kann verzichtet werden, da das Prinzip der Anordnung unverändert bleibt.

Ausführungsbeispiele

Ein Ausführungsbeispiel der Anordnung zur quasidigitalen Untersetzung und Anzeige von Betriebszeiträumen besteht aus zwei an sich bekannten elektrolytischen Anordnungen zur

Schaltung und Messung langer Betriebszeiten mit einer kapillaren Länge von jeweils 30 mm mit einem Innendurchmesser von $< 0,3$ mm. Beide Anordnungen sind in Sandwichbauweise aufgebaut; alle Elektroden sind Leitschichten aus Platin, und in beide Kapillaren ragten jeweils 10 Elektrodenpaare. Der Elektrolysestrom durch die erste Anordnung wurde auf $65 \mu\text{A}$ festgelegt, entsprechend einer Durchlaufzeit des elektrolytischen Zwischenraumes von 100 Stunden. Der Elektrolysestrom durch die 2. Anordnung betrug $6,5 \mu\text{A}$ entsprechend einer Durchlaufzeit des elektrolytischen Zwischenraumes von 1000 Stunden. Der Gleichstromwiderstand des elektrolytischen Zwischenraumes betrug 120Ω , so daß unter Berücksichtigung der anliegenden Betriebsspannung von 6 V ein hinreichend hoher stromstabilisierender Vorwiderstand vorgeschaltet werden konnte. Über die an die Schwellwertschalter der 1. Anordnung angeschalteten Leuchtdioden wurden Betriebszeitintervalle von jeweils 10 Stunden und über Schwellwertschalter, die den Elektrodenpaaren der 2. Anordnung zugeordnet waren, Betriebszeitintervalle von jeweils 100 Stunden signalisiert. Eine Schaltung der Elektroden zu Leuchtzeilen war möglich. Mit dieser als Beispiel dargestellten Anordnung konnte somit unter Berücksichtigung der Anzeigegenauigkeit einer elektrolytischen Anordnung, die üblicherweise bei 2 % der Endstellung liegt, über 1000 Betriebsstunden eine Zeitauflösung von 12 Minuten erzielt werden.

Erfindungsanspruch

Anordnung zur quasidigitalen Untersetzung und Anzeige von Betriebszeitintervallen, bestehend aus zwei elektrolytischen Anordnungen zur Schaltung und Messung langer Betriebszeiten, gekennzeichnet dadurch, daß ein über die quer zur Quecksilbersäule einer ersten elektrolytischen Anordnung angebrachten, in die Kapillare hineinragenden Elektroden fließender Wechselstrom an den coulometrischen Elektroden einer zweiten elektrolytischen Anordnung jeweils dann eine Gleichspannung erzeugt, wenn sich der mit wässrigem Elektrolyt gefüllte Zwischenraum der ersten elektrolytischen Anordnung zwischen zwei gegenüberliegenden Elektroden befindet.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

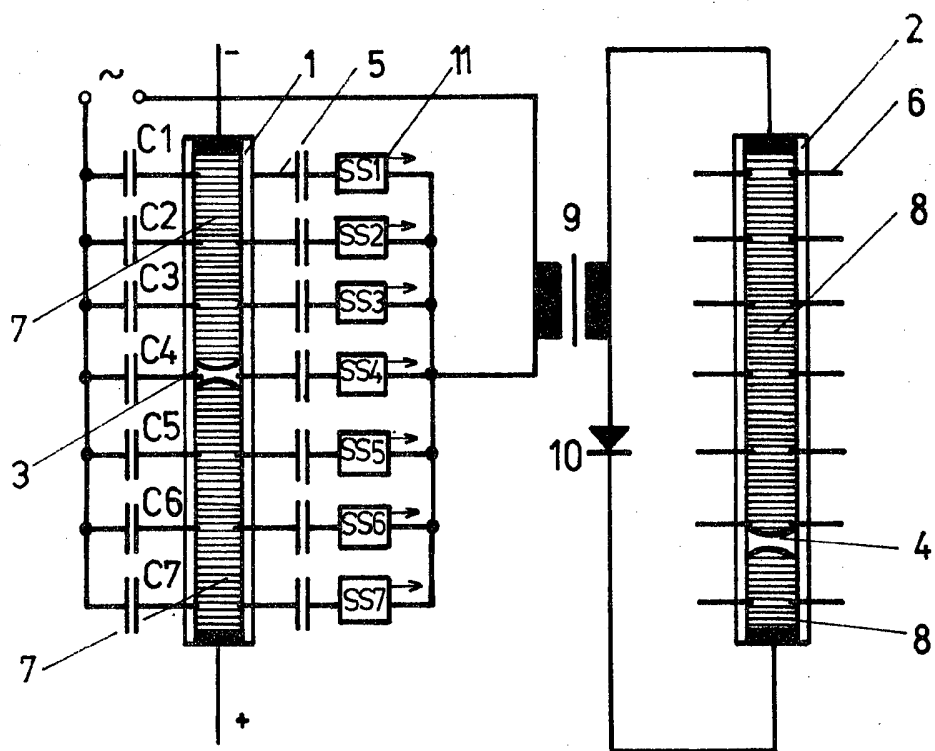


Fig. 1