



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

160 932

Int.Cl.³

3(51)

G 04 F 13/04

G 01 D 5/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 04 F/ 2160 90

(22) 11.10.79

(44) 27.06.84

(71) INGENIEURHOCHSCHULE MITTWEIDA, 9250 MITTWEIDA, PLATZ DER DSF 17;DD;
(72) SCHLEICHER, ERICH, PROF. DR. RER. NAT.;DD;

(54) **COULOMETRISCHE ANORDNUNG ZUR MESSUNG UND SCHALTUNG VON ZEITINTERVALLEN**

(57) Die Erfindung setzt sich zum Ziel, die bei den bekannten coulometrischen Anordnungen notwendige zusätzliche Hilfsspannung durch ein anderes Wirkprinzip zu ergänzen. Erfindungsgemäß wird dieses Ziel durch eine Anordnung erreicht, die aus einem mit Quecksilber gefüllten zylindrischen Hohlraum besteht, der einen Einschluß aus einem wäßrigen Elektrolyt enthält. In diesem Einschluß schwimmt ein isolierender Körper, der mit einem Stift verbunden ist. Dieser Stift wird durch eine Dichtungsbuchse nach außen geführt und kann mechanische Übertragungselemente betätigen. Bei dem Durchfluß eines Elektrolysestromes verschiebt sich der Einschluß mit dem isolierenden Körper und betätigt über den Stahlstift Anzeige-Elemente wie Zeiger, induktive, kapazitive oder resistive Elemente. Neben der Zeitmessung kann die Anordnung auch zur Betriebszeitmessung bei elektronischen Geräten, für Strom-Zeit-Integrationen, Leistungsmessungen, zur Anzeige von Service- und Wartungsintervallen und über Meßwertwandler zur Messung von Licht- und Strahlungsmengen, Strömungen, Wärmemengen usw. eingesetzt werden.

Titel der Erfindung

Coulometrische Anordnung zur Messung und Schaltung von Zeitintervallen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine coulometrische Anordnung zur Messung und Schaltung von Zeitintervallen, die einfach und robust ist und einen sehr geringen Energiebedarf hat. Sie gestattet es, Zeitintervalle oder Betriebszeiten von Anlagen und Geräten zwischen 10 und 10 000 Stunden zu messen und mit einem mechanischen Zeiger anzuzeigen, aufzuzeichnen oder zu beliebigen Zwischenzeiten elektrische Schaltungen auszulösen. Sie ist weiterhin geeignet, induktive, kapazitive oder resistive Wandler Elemente zu bewegen. Anstelle der Zeitmessung kann die erfindungsgemäße Anordnung auch für die Betriebszeitmessung oder für eine Strom-Zeit- oder Leistungsmessung verwendet werden. Nach Beendigung der Messung kann die Anordnung in den Ausgangszustand zurückversetzt werden. Durch entsprechende äußere Beschaltung ist auch eine zeitlich unbegrenzte Meßdauer möglich.

Die Anwendung umfaßt neben der Messung, Anzeige und Schaltung langer Zeitintervalle auch die Messung und Anzeige des elektrischen Energieverbrauchs sowie die Messung und Anzei-

ge der Wirkungsdauer oder Menge aller Größen, die sich durch Meßwandler in elektrische Spannungen und Ströme umformen lassen, etwa die Messung von Wärme-, Licht-, Strahlungs- und Durchflussmengen usw. Diese Anordnungen können somit vielseitig zur Messung, Steuerung und Regelung zeitabhängiger Prozesse in der Industrie, als elektronische Kalender, für die Signalisierung von Service- und Wartungsintervallen, für Zuverlässigkeitsuntersuchungen usw. eingesetzt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Für Zeitmessungen existieren viele elektrische, elektromechanische und elektronische Anordnungen, die gegenüber der erfindungsgemäßen Anordnung andere Wirkprinzipien aufweisen und deshalb im folgenden für Vergleichszwecke nicht herangezogen werden.

Es sind jedoch auch Anordnungen bekannt, die auf der Grundlage elektrolytischer Prozesse arbeiten und für Zeitmessungen, Strom-Zeit-Integrationen oder Betriebszeitmessungen geeignet sind. Alle diese Anordnungen beruhen auf der Messung einer durch Elektrolyse abgeschiedenen Stoffmenge, die entsprechend dem Faradayschen Gesetz für konstante Ströme der Beziehung $M = A \cdot I \cdot \Delta t$ folgt, wobei M die abgeschiedene Stoffmenge bezeichnet, die bei vorgegebenem elektrochemischem Potential A dem Strom I und der Stromflußzeit Δt proportional ist.

Die bekannteste Anordnung ist das Quecksilbercoulometer, das in einer speziellen Ausführungsform aus einer mit Quecksilber gefüllten Glaskapillare besteht, die an einer Stirnseite durch eine als Katode dienende, an der anderen durch eine als Anode dienende Elektrode abgeschlossen ist. Innerhalb der Quecksilbersäule befindet sich ein kleiner Einschluß aus einem wäßrigen Elektrolyt. Wenn ein schwacher Gleichstrom durch diese Anordnung fließt, der noch keine Gasentwicklung im wäßrigen Elektrolyt erzeugt, so werden Quecksilberionen von der mit der Anode verbundenen positiven Teilsäule durch den Elektrolyt auf die mit der Katode verbundene negative

Teilsäule transportiert, d.h., die positive Teilsäule wird kürzer, die negative Teilsäule dagegen länger, und der mit wäßrigem Elektrolyt gefüllte Zwischenraum verschiebt sich von der Katodenseite in Richtung Anode. Bei konstantem Strom ist die Strecke, um die der Einschluß verschoben wird, proportional der Stromflußzeit. Ein konstanter Strom kann bei konstanter Spannung durch einen genügend großen Vorwiderstand gewährleistet werden. Es sind aber auch andere Maßnahmen vorgeschlagen worden, die alle das Ziel haben, die starke Temperaturabhängigkeit der Ionenbeweglichkeit zu eliminieren. Wenn außerdem der Ausdehnungskoeffizient der Kapillarwand durch geeignete Werkstoffe richtig gewählt wird, kann eine solche Anordnung in einem Temperaturbereich von $-30...+70^{\circ}\text{C}$ nahezu temperaturunabhängig arbeiten. Es sind sogar Anordnungen bekannt, die sich bis 125°C betreiben lassen.

Für solche Quecksilbercoulometer existieren mehrere unterschiedliche Ausführungsvarianten. In der einfachsten Form erfolgt nur die visuelle Beobachtung und Ablesung der vom Einschluß in Abhängigkeit von der Zeit oder vom Produkt aus Strom-Zeit zurückgelegten Wegstrecke. Es wird beschrieben, wie durch seitlich in das Coulometerröhrchen ragende, paarweise gegenüberliegende Elektroden, die beim Durchgang des elektrolytischen Einschlusses entstehenden Widerstandsänderungen für elektrische Schaltvorgänge ausgenutzt werden können.

Weiterhin wurde eine Anordnung mit ähnlicher Wirkungsweise beschrieben, bei der jedoch die Widerstandsänderung dann eintritt, wenn der wäßrige Einschluß eine der Stirnseiten des Röhrchens erreicht hat, in die jeweils 2 voneinander isolierte Elektroden eingeführt sind. Bei einer anderen Anordnung ist der Werkstoff der Kapillare halbleitend, und auf der Außenseite sind verschiebbare Schleifkontakte angebracht, die Teil eines Wechselstromkreises sind und durch Widerstandsänderung die Lage und Bewegung des Einschlusses erkennen lassen.

Bekannt ist auch eine Anordnung, bei der in dem elektrolytischen Einschluß des Coulometerröhrchens ein weichmagnetischer Körper schwimmt, der die Induktivität von außerhalb des zylindrischen Hohlraumes angeordneten Spulen verändert. Anstelle des weichmagnetischen Körpers kann dieser Körper auch ein Fotoelement sein, das in den wäßrigen Elektrolyt eingebracht wird und bei Auftreffen der Strahlung eine Spannung erzeugt, die zur Auslösung des Elektrolyseprozesses dient.

Alle diese bekannten Lösungen benötigen nur sehr geringe Spannungen und Ströme für den Elektrolyseprozeß, die in einigen Fällen sogar durch Wandler-elemente, etwa Fotozellen, geliefert werden. Sie erfordern jedoch zur Auslösung von akustischen oder elektrischen Schaltvorgängen eine Hilfsspannung, die als Wechselspannung über entsprechende elektronische Schaltelemente angelegt werden muß und den Aufwand insbesondere dann beträchtlich vergrößert, wenn die Anordnungen nicht in Geräten betrieben werden, die solche Spannungen und Ströme ohnehin verfügbar haben. Eine beträchtliche Vereinfachung würde somit eine coulometrische Anordnung darstellen, die solche Hilfsspannungen nicht benötigt oder bei der die Elektrolysespannung als Hilfsspannung benutzt werden kann.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung setzt sich zum Ziel, die bei den bekannten coulometrischen Anordnungen zur Messung und Schaltung von Zeitintervallen notwendige zusätzliche Hilfsspannung durch ein anderes Wirkprinzip zu ersetzen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den bei coulometrischen Anordnungen mit einem in dem wäßrigen elektrolytischen Einschluß schwimmenden Körper entstehenden Auftrieb für eine rein mechanische Übertragung der Bewegung des Ein-

schlusses auszunutzen. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß ein länglicher zylindrischer Hohlraum, der mit Quecksilber gefüllt ist und an beiden Enden Elektroden enthält, innerhalb der Quecksilbersäule einen mit wäßrigem Elektrolyt gefüllten Einschluß aufweist, in dem ein isolierender Körper schwimmt, der durch den Elektrolyt und durch den Elektrolyseprozeß chemisch nicht angegriffen wird und in keine elektrischen Wechselwirkungen zu den umgebenden Medien tritt. An mindestens einer Seite ist an diesem isolierenden Körper ein dünner Stahlstift befestigt, der durch eine Buchse an einer Stirnfläche nach außen geführt ist und dort mechanische Übertragungselemente betätigen kann. Der isolierende Körper erhält seine stabile Lage zwischen den beiden Quecksilberteilsäulen in dem wäßrigen Elektrolyt dadurch, daß er mit seinem Querschnitt den zylindrischen Hohlraum bis auf eine schmale Randzone ausfüllt, die mit diesem wäßrigen Elektrolyt gefüllt ist und die Funktion einer sonst üblichen Kapillare erfüllt, d.h. den Durchtritt der Quecksilberionen beim Elektrolyseprozeß gewährleistet, die beiden Quecksilberteilsäulen aber trennt. Es ist auch möglich, den isolierenden Körper in Längsrichtung mit kapillaren Bohrungen zu versehen. Der Körper taucht durch sein Gewicht und durch den Füllungsgrad des Coulometers an beiden Seiten um einen gewissen Volumenanteil in das Quecksilber ein. Der dadurch entstehende Auftrieb liefert dann die Kraft, mit der der Stift äußere Übertragungselemente bewegen kann, wenn der Auftrieb an einer Seite des Körpers größer als auf der anderen ist.

Je größer der Körper und damit auch die Abmessungen der coulometrischen Anordnung sind, desto größer sind der Auftrieb und die Kraft, die der Stift ausüben kann.

Von großer Bedeutung ist die einwandfreie Abdichtung des Coulometerinnenraumes durch eine Durchführungsbuchse, die gleichzeitig der Führung des Stiftes dient. Die optimale Wahl der Toleranzen vereinfacht sich gegenüber einer Abdichtung von wäßrigen Flüssigkeiten, Alkohol usw. durch die große Oberflächenspannung des Quecksilbers.

Für spezielle Anwendungsfälle ist es auch möglich, an beiden Seiten des isolierenden Körpers Stifte anzubringen, die dann an beiden Stirnflächen nach außen geführt werden.

Wenn an die Elektroden eine elektrische Spannung angelegt wird und der Elektrolysevorgang einsetzt, bleibt der isolierende Körper in seiner stabilen Lage zwischen den Quecksilberteilsäulen und drückt den Stift durch die Durchführungsbuchse an der Anodenseite mit der Kraft nach außen, die sich aus der Differenz zwischen dem Auftrieb an der Katoden- und der Anodenseite ergibt. Selbstverständlich sind davon Reibungsverluste abzuziehen. Zwischen dem System isolierender Körper - Durchführungsbuchse - Stift einerseits und dem vom Stift betätigten äußeren System mechanischer Übertragungselemente andererseits muß eine exakte Abstimmung erfolgen, da unterschiedliche Kräfte im äußeren System auch zu unterschiedlichen Kräften des inneren Systems infolge einer veränderten Eintauchtiefe des isolierenden Körpers führen.

Die erfindungsgemäße Anordnung kann auf zahlreichen Gebieten der Wissenschaft und Technik eingesetzt werden. Im einfachsten Falle kann der Stift über einen Hebel einen Zeiger auslenken. Ein solches Meßgerät gestattet je nach äußerer und an sich bekannter Beschaltung die Anzeige von Zeitabläufen, wenn die Elektrolysespannung konstant ist. Wird die Spannung von einem Gerät nach dessen Einschalten geliefert, so zeigt der Zeiger die Betriebszeit an, was für Zuverlässigkeitsuntersuchungen, für die Anzeige von Service- und Wartungsintervallen von Bedeutung ist. Da ohne stabilisierende Maßnahmen entsprechend dem Faradayschen Gesetz die Stiftverschiebung proportional dem Produkt von Strom-Stromflußzeit ist, lassen sich auch Strom-Zeit-Integrationen anzeigen. Wird die Elektrolysespannung durch Meßwandler geliefert, so erschließt sich eine Fülle weiterer Anzeigemöglichkeiten, wie beispielsweise von Lichtmengen, Strömungen, Wärmemengen, Strahlungsmengen, aber auch die zu den genannten Größen gehörenden Einwirkungszeiten können angezeigt werden.

Obwohl in der mechanischen Übertragung der Verschiebung des Einschlusses die Hauptvorteile der neuen erfindungsgemäßen Lösung liegen, soll auch auf die Möglichkeiten hingewiesen werden, durch Anbringen von induktiven Elementen, kapazitiven oder resistiven Gebern unmittelbar am Stift oder an anderen Teilen eines äußeren mechanischen Übertragungssystems elektrische oder elektronische Stellglieder zu betätigen. Zwar wäre in einem solchen Falle wieder eine zusätzliche Spannungsquelle erforderlich, aber die abgeleiteten Strom- und Spannungsgrößen könnten in einfacher Weise beeinflußt werden. Beispielsweise könnten durch entsprechende Kombination mechanischer und elektrischer Elemente bestimmte Funktionen, wie sie für die Steuerung von Prozessen erforderlich sind, realisiert werden.

Wenn der isolierende Körper eine Endstellung oder eine als Endstellung gewünschte Lage erreicht hat, kann über den Stift ein Schalter betätigt werden, der die Richtung des Elektrolysestromes umpolt und damit eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung einleitet. Da dies an beiden Enden möglich ist, kann eine ununterbrochene Anzeige gewährleistet werden. Dies ist beispielsweise dann von Bedeutung, wenn der Stift über ein Hebelsystem mit einer Schreibfeder verbunden ist und kontinuierliche Aufzeichnungen etwa auf einer rotierenden Trommel vorgenommen werden sollen.

Die elektrolytische Anordnung kann dadurch in ihre Ausgangslage zurückversetzt werden, daß in an sich bekannter Weise ein entsprechend gepolter Strom durch die Anordnung geschickt wird. Sein Wert wird so eingestellt, daß er gerade noch keine Gasentwicklung beim Elektrolyseprozeß bewirkt. Eine vollständige Rückführung von einem Ende zum anderen benötigt je nach Ausführung und Größe einige Stunden.

Ausführungsbeispiel

Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung ist in Figur 1 gezeigt. Der längliche Hohlraum 1 enthält die beiden Quecksilberteilsäulen 2, zwischen denen sich der elektro-

lytische Einschluß 3 mit dem isolierenden Körper 4 befindet, an dem ein Stahlstift 5 befestigt ist, der über ein Hebelsystem den Zeiger 6 bewegt. Dieses Hebelsystem ist nur schematisch dargestellt und kann auch in anderer geeigneter Art realisiert werden. Die Zuführung des Elektrolysestromes erfolgt über die Elektroden 7 und 8. Als länglicher Hohlraum dient ein Glasröhrchen von 43 mm Länge mit einem Innendurchmesser von 3 mm. Der wäßrige Elektrolyt besteht aus einer Mischung von KCl und Hg_2Cl_2 . Als isolierender Körper dient ein kleiner zylindrischer Kolben mit einem Durchmesser von 2,9 mm und einer Länge von 5 mm aus Keramik. Dieses innere System wurde zu den Gegenkräften des äußeren Systems so eingestellt, daß der isolierende Körper in die katodenseitige Quecksilberteilsäule um ca. 2 mm mehr in das Quecksilber eintauchte als anodenseitig. Durch den Auftrieb und unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichtes des Körpers entstand dabei ein Druck von ca. $1 \cdot 10^{-3} N$, den der Stahlstift auf die mechanischen Übertragungselemente ausübte. Die Anordnung wurde in einem elektronischen Gerät zur Betriebszeitmessung eingesetzt, das eine stabilisierte Gleichspannung von 13 Volt aufwies. Mit einem Vorwiderstand im Elektrolysekreis von ca. $2 M\Omega$ wurde ein Elektrolysestrom von $6,5 \mu A$ eingestellt, der einen Durchlauf des Körpers und damit Vollausschlag des Zeigers in ca. 1000 Stunden gewährleistete.

Für die Rückführung des isolierenden Körpers in die Ausgangsstellung wurde die Elektrolysegleichspannung umgepolt und gleichzeitig der Vorwiderstand auf $20 k\Omega$ herabgesetzt, so daß die Regenerierung nach ca. 10 Stunden abgeschlossen war.

Erfindungsanspruch

1. Coulometrische Anordnung zur Messung und Schaltung von Zeitintervallen, bestehend aus einem länglichen Hohlraum mit Quecksilberfüllung mit einem Einschluß aus einem wäßrigen Elektrolyten, in dem ein elektrisch isolierender Körper schwimmt, gekennzeichnet dadurch, daß an mindestens einer Seite dieses Körpers ein Stift befestigt ist, der durch eine Buchse nach außen geführt ist und der zur Betätigung äußerer mechanischer Übertragungselemente geeignet ist.
2. Coulometrische Anordnung zur Messung und Schaltung von Zeitintervallen gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Stift einen mechanischen Zeiger bewegt.
3. Coulometrische Anordnung zur Messung und Schaltung von Zeitintervallen gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Stift eine Schreibvorrichtung betätigt.
4. Coulometrische Anordnung zur Messung und Schaltung von Zeitintervallen gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Stift elektrische Kontakte betätigt.
5. Coulometrische Anordnung zur Messung und Schaltung von Zeitintervallen gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Stift ein induktives Element bewegt.

6. Coulometrische Anordnung zur Messung und Schaltung von Zeitintervallen gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Stift ein kapazitives Element bewegt.
7. Coulometrische Anordnung zur Messung und Schaltung von Zeitintervallen gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Stift ein Widerstandselement bewegt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

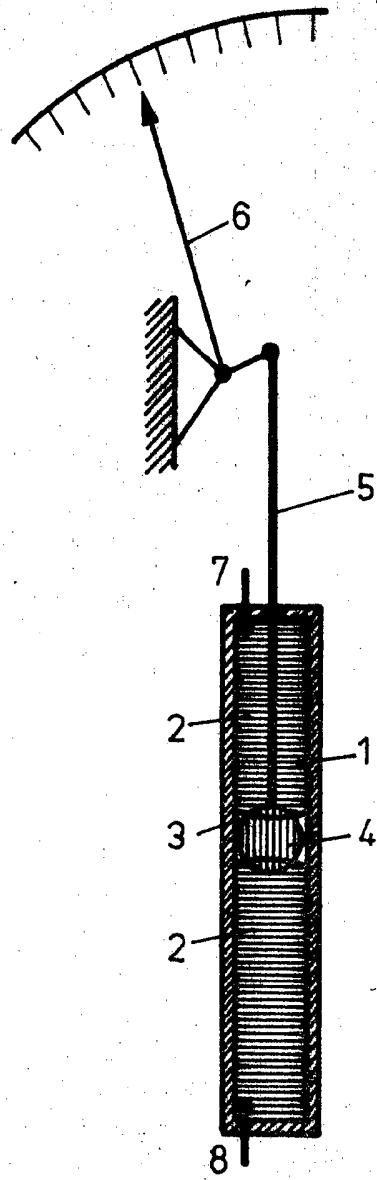


Fig. 1