

(19)



(11)

EP 1 103 038 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.08.2012 Patentblatt 2012/33

(51) Int Cl.:
G08C 19/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **00943787.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2000/005324

(22) Anmeldetag: **08.06.2000**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2000/075904 (14.12.2000 Gazette 2000/50)

(54) **SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR MESSWERTERFASSUNG, -ÜBERTRAGUNG UND -AUSWERTUNG**

CIRCUIT FOR RECORDING, TRANSMITTING AND EVALUATING MEASURED VALUES

CIRCUIT POUR LA SAISIE, LA TRANSMISSION ET L'EXPLOITATION DE VALEURS DE MESURES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorität: **08.06.1999 DE 19925943**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.05.2001 Patentblatt 2001/22

(73) Patentinhaber: **KROHNE MESSTECHNIK GMBH & CO. KG**
47058 Duisburg (DE)

(72) Erfinder: **FLORIN, Wilhelm**
D-47198 Duisburg (DE)

(74) Vertreter: **Gesthuysen, von Rohr & Eggert**
Patentanwälte
Huyssenallee 100
45128 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 883 097 GB-A- 2 229 897
US-A- 5 416 723

EP 1 103 038 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Meßwerterfassung, -übertragung und -auswertung, mit einem Meßwerterfassungsteil, mit einem Meßwertauswertungsteil und mit einer nur aus einer Hinleitung und aus einer Rückleitung bestehenden Verbindung zwischen dem Meßwerterfassungsteil und dem Meßwertauswertungsteil, wobei das Meßwerterfassungsteil einen Meßwertaufnehmer, eine Meßwandlerschaltung, einen der Meßwandlerschaltung vorgeschalteten Schaltregler und einen dem Schaltregler vorgeschalteten Stromsteller aufweist, wobei das Meßwertauswertungsteil eine Spannungsquelle und eine Auswerteschaltung aufweist und wobei der Schaltregler eine konstante Betriebsspannung für die Meßwandlerschaltung liefert und der Stromsteller, gesteuert von der Meßwandlerschaltung, einen den Meßwert repräsentierenden, über die Hinleitung und die Rückleitung fließenden Meßwert und Versorgungsstrom einstellt, die Stromaufnahme der Meßwandlerschaltung steuerbar ist und durch eine kurzzeitige Verringerung der Stromaufnahme der Meßwandlerschaltung so gesteuert wird, daß der Spannungsabfall über dem Stromsteller so klein wie möglich ist und wobei parallel zum Eingang des Schaltreglers ein Kondensator geschaltet ist.

[0002] Schaltungsanordnungen der in Rede stehenden Art sind vielfach bekannt (vgl. z. B. die deutsche Patentschrift 39 34 007, die europäische Offenlegungsschrift 0 744 724, die deutsche Offenlegungsschrift 197 23 645 und insbesondere die US 5,416,723 A). Für diese Schaltungsanordnungen ist wesentlich, daß die Verbindung zwischen dem Meßwerterfassungsteil und dem Meßwertauswertungsteil nur aus zwei Leitungen besteht und daß über diese beiden Leitungen ein Strom fließt, der sowohl den Meßwert repräsentiert als auch der leistungsmäßigen Versorgung des Meßwerterfassungsteils dient; der über die beiden Leitungen fließende Strom ist folglich einleitend mit Meßwert- und Versorgungsstrom bezeichnet worden.

[0003] Häufig sind Schaltungsanordnungen der in Rede stehenden Art so konzipiert und ausgelegt, daß es sich bei der in dem Meßwertauswertungsteil befindenden Spannungsquelle um eine Gleichspannungsquelle handelt, der Meßwert- und Versorgungsstrom also ein Gleichstrom ist. Diese Schaltungsanordnungen sind auch häufig so konzipiert und ausgelegt, daß der Meßwert- und Versorgungsstrom zwischen einem unteren Grenzwert, nämlich 4 mA, und einem oberen Grenzwert, nämlich 20 mA, den Meßwert repräsentiert; der untere Grenzwert von 4 mA repräsentiert also den kleinsten Meßwert, der obere Grenzwert von 20 mA den größten Meßwert (vgl. die deutsche Patentschrift 39 34 007, Seite 2, Zeilen 19 bis 24).

[0004] Nachfolgend wird immer davon ausgegangen, daß es sich bei der in Rede stehenden Schaltungsanordnung um eine solche handelt, bei der die in dem Meßwertauswertungsteil vorgesehene Spannungsquelle eine Gleichspannungsquelle ist, der Meßwert- und Versorgungsstrom also ein Gleichstrom ist. Das ist auch der Grund dafür, daß bereits einleitend die Verbindung zwischen dem Meßwerterfassungsteil und dem Meßwertauswertungsteil als aus einer Hinleitung und aus einer Rückleitung bestehend beschrieben worden ist. Nachfolgend wird im übrigen immer von der technischen Stromrichtung ausgegangen; in einem an eine Gleichspannungsquelle angeschlossenen Stromkreis fließt also der Gleichstrom vom Pluspol der Gleichspannungsquelle über den Stromkreis zum Minuspol der Gleichspannungsquelle.

[0005] Der Teil der in Rede stehenden Schaltungsanordnung, der zuvor und nachfolgend mit Meßwerterfassungsteil bezeichnet ist, wird auch als Sendestation (vgl. die deutsche Patentschrift 39 34 007) oder als Geberstelle (vgl. die europäische Offenlegungsschrift 0 744 724 und die deutsche Offenlegungsschrift 197 23 645) bezeichnet, während der hier als Meßwertauswertungsteil bezeichnete Teil der in Rede stehenden Schaltungsanordnung auch als Empfangsstation (vgl. die deutsche Patentschrift 39 34 007) oder als Empfangsstelle (vgl. die europäische Offenlegungsschrift 0 744 724 und die deutsche Offenlegungsschrift 197 23 645) bezeichnet wird. Die nach der hier verwendeten Terminologie aus einer Hinleitung und aus einer Rückleitung bestehende Verbindung zwischen dem Meßwerterfassungsteil und dem Meßwertauswertungsteil wird auch als Zweidrahtleitung bezeichnet (vgl. die deutsche Patentschrift 39 34 007, die europäische Offenlegungsschrift 0 744 724 und die deutsche Offenlegungsschrift 197 23 645).

[0006] Da bei den hier in Rede stehenden Schaltungsanordnungen der - den Meßwert repräsentierende - Meßwertstrom - wie dargestellt, in der Regel zwischen 4 mA und 20 mA liegend - auch der Versorgungsstrom für den Meßwerterfassungsteil ist, ist die dem Meßwerterfassungsteil zur Verfügung stehende elektrische Leistung durch den unteren Grenzwert des Meßwert- und Versorgungsstroms, in der Regel also durch 4 mA, begrenzt, - was häufig problematisch ist (vgl. die deutsche Patentschrift 39 34 007, Seite 2, Zeilen 25 bis 42).

[0007] Bei der in Rede stehenden Schaltungsanordnung ist die Meßwandlerschaltung - mit dem dazu gehörenden Meßwertaufnehmer - der eigentlich funktionswichtigste Teil. Bei der in Rede stehenden Schaltungsanordnung kann es zu einem Betriebszustand kommen, bei dem der Messwert- und Versorgungsstrom nicht dem Messwert proportional eingestellt werden kann. Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung anzugeben, die die zuvor beschriebene Problematik nicht aufweist.

[0008] Erfindungsgemäß ist die zuvor aufgezeigte Aufgabe bei einer Schaltungsanordnung der eingangs beschriebenen Art zunächst und im wesentlichen dadurch gelöst, daß ein, von der Meßwandlerschaltung gesteuerter, nur bei Bedarf aktivierter zweiter Stromsteller vorgesehen ist und der zweite Stromsteller mit seinem Eingang mit dem Eingang des ersten Stromstellers und mit seinem Ausgang mit der Rückleitung verbunden ist. Daß und warum mit dieser

Maßnahme die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe gelöst ist, wird im folgenden anhand einer Zeichnung im einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung,

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung,

Fig. 3 bis 6 graphische Darstellungen zur weiteren Erläuterung der Erfindung.

[0009] Die in den Fig. 1 und 2 dargestellten Schaltungsanordnungen sind bestimmt und geeignet zur Meßwerterfassung, -übertragung und -auswertung und bestehen in ihrem grundsätzlichen Aufbau aus einem Meßwerterfassungsteil 1, aus einem Meßwertauswertungsteil 2 und aus einer - nur aus einer Hinleitung 3 und aus einer Rückleitung 4 bestehenden - Verbindung 5 zwischen dem Meßwerterfassungsteil 1 und dem Meßwertauswertungsteil 2.

[0010] Wie die Fig 1 und 2 zeigen, gehören zu dem Meßwerterfassungsteil 1 ein nur angedeuteter Meßwertaufnehmer 6, eine Meßwandlerschaltung 7, ein der Meßwandlerschaltung 7 vorgeschalteter Schaltregler 8 und ein dem Schaltregler 8 vorgeschalteter Stromsteller 9. Zu dem Meßwertauswertungsteil 2 gehören eine Spannungsquelle 10 und eine Auswerteschaltung 11. In den dargestellten Ausführungsbeispielen sind noch zwei Widerstände 12, 13 vorgesehen. Die Auswerteschaltung 11 liegt parallel zum Widerstand 13; der Auswerteschaltung 11 wird also der am Widerstand 13 entstehende, dem Meßwert- und Versorgungsstrom proportionale Spannungsabfall zugeführt.

[0011] Der Schaltregler 8 liefert eine - zumindest im wesentlichen - konstante Betriebsspannung für die Meßwandlerschaltung 7. (Dazu, was ein Schaltregler ist und wie ein Schaltregler arbeitet, wird verwiesen auf die deutsche Patentschrift 39 34 007, Seite 3, Zeile 64, bis Seite 4, Zeile 45, sowie auf die Literaturstellen Tietze . Schenk "Halbleiter-Schaltungstechnik", 10. Auflage, Springer-Verlag, Abschnitte 18.5 "Schaltnetzgeräte", 18.6 "Sekundär getaktete Schaltregler" und 18.7 "Primär getaktete Schaltregler", Seiten 565 bis 586, und "Lexikon Elektronik und Mikroelektronik", VDI-Verlag, Seite 733). Nachfolgend wird immer von einem idealen Schaltregler ausgegangen, d. h. von einem Schaltregler, der keine Verlustleistung hat und dessen Ausgangsspannung konstant ist.

[0012] Der Stromsteller 9 wird von der Meßwandlerschaltung 7 gesteuert. Durch den Stromsteller 9 wird ein den Meßwert repräsentierender, über die Hinleitung 3 und die Rückleitung 4 fließender Meßwert- und Versorgungsstrom eingestellt. (Das hier mit Stromsteller bezeichnete Schaltungsteil wird auch als steuerbare Stromquelle bezeichnet, so jedenfalls in der europäischen Offenlegungsschrift 0 744 724 und in der deutschen Offenlegungsschrift 127 23 645. Statt des Ausdrucks Stromsteller wird auch der Ausdruck Stromregler verwendet.)

[0013] Bei den dargestellten und beschriebenen Schaltungsanordnungen sind die Spannungsquelle 10, der Widerstand 12, die Hinleitung 3, der Stromsteller 9, die Primärseite des Schaltreglers 8, die Rückleitung 4 und der Widerstand 13 in Reihe geschaltet; sie bilden einen ersten Stromkreis. Die Sekundärseite des Schaltreglers 8 und die Meßwandlerschaltung 7 bilden einen zweiten Stromkreis.

[0014] In den Fig. 1 und 2 ist noch ein den Widerstand der Hinleitung 3 verkörpernder Widerstand 14 und ein den Widerstand der Rückleitung 4 verkörpernder Widerstand 15 dargestellt.

[0015] Nachfolgend werden bezeichnet

mit U_1 die Spannung der Spannungsquelle 10,

mit U_2 die Spannung am "Eingang" der aus der Hinleitung 3 und der Rückleitung 4 bestehenden Verbindung 5 zwischen dem Meßwertauswertungsteil 2 und dem Meßwerterfassungsteil 1,

mit U_3 die Spannung am Eingang des Meßwerterfassungsteils 1,

mit U_4 die Spannung am Eingang des Schaltreglers 8,

mit U_5 die Spannung am Ausgang des Schaltreglers 8, die gleich der Spannung am Eingang der Meßwandlerschaltung 7 ist,

mit I_1 der durch das Meßwertauswertungsteil 2 fließende Strom,

mit I_2 der über die Hinleitung 3 und über die Rückleitung 4 fließende Strom,

mit I_3 der durch das Meßwerterfassungsteil 1 fließende Strom,

mit I_4 der primärseitig durch den Schaltregler 8 fließende Strom und

mit I_5 der sekundärseitig durch den Schaltregler 8 und durch die Meßwandlerschaltung 7 fließende Strom.

[0016] Mit dieser Festlegung gilt dann folgendes:

5 Die Leistung P_1 , die die Spannungsquelle 10 im Meßwertauswertungsteil 2 zur Verfügung stellt, ist gegeben durch folgende Gleichung:

$$10 \quad P_1 = U_1 \cdot I_1 \quad \text{Gleichung 1}$$

Setzt man R_{12} für den Wert des Widerstandes 12 und R_{13} für den Wert des Widerstandes 13, so gilt dann für die Verlustleistung $P_{V,1}$ innerhalb des Meßwertauswertungsteils 2:

$$15 \quad P_{V,1} = I_1^2 \cdot (R_{12} + R_{13}) \quad \text{Gleichung 2}$$

20 Setzt man R_{14} für den Wert des Widerstandes 14 der Hinleitung 3 und R_{15} für den Wert des Widerstandes 15 der Rückleitung 4, so gilt für die Verlustleistung $P_{V,2}$ auf der Verbindung 5 zwischen dem Meßwertauswertungsteil 2 und dem Meßwerterfassungsteil 1:

$$25 \quad P_{V,2} = I_2^2 \cdot (R_{14} + R_{15}) \quad \text{Gleichung 3}$$

Die Leistung P_3 , die für das Meßwerterfassungsteil 1 zur Verfügung steht, ist durch die Spannung U_1 der Spannungsquelle 10, die Widerstände R_{12} , R_{13} , R_{14} und R_{15} sowie durch den aktuellen Meßwert- und Versorgungsstrom vorgegeben; für die Leistung P_3 gilt:

$$30 \quad P_3 = P_1 - P_{V,1} - P_{V,2} = U_3 \cdot I_3 \quad \text{Gleichung 4}$$

35 Für die Spannung U_3 am Meßwerterfassungsteil 1 gilt:

$$40 \quad U_3 = U_1 - I_1 \cdot (R_{12} + R_{13}) - I_2 \cdot (R_{14} + R_{15}) \quad \text{Gleichung 5}$$

Wie die Fig. 1 und 2 zeigen, gilt weiter für die Ströme I_3 , I_2 und I_1 :

$$45 \quad I_3 = I_2 = I_1 \quad \text{Gleichung 6}$$

Damit gilt für die Spannung U_3 am Meßwerterfassungsteil 1:

$$50 \quad U_3 = U_1 - I_3 \cdot (R_{12} + R_{13} + R_{14} + R_{15}) \quad \text{Gleichung 7}$$

Für die Leistung P_3 , die für das Meßwerterfassungsteil 1 zur Verfügung steht, gilt:

$$55 \quad P_3 = U_1 \cdot I_3 - I_3^2 \cdot (R_{12} + R_{13} + R_{14} + R_{15}) \quad \text{Gleichung 8}$$

[0017] Die für das Meßwerterfassungssteil 1 zur Verfügung stehende Leistung P_3 ist damit vom Meßwert, nämlich vom Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 , abhängig. Bei einem kleinen Meßwert, wenn der Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 z. B. 4 mA beträgt, steht folglich weniger Leistung zur Verfügung als bei einem großen Meßwert, wenn der Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 z. B. 20 mA beträgt. Es ist nun dafür gesorgt, daß von der dem Meßwerterfassungssteil 1 zur Verfügung stehenden Leistung P_3 ein möglichst großer Anteil der Meßwandlerschaltung 7 zur Verfügung steht, - was sich aus folgendem ergibt:

Für den Stromsteller 9 gilt:

$$I_3 = I_4$$

Gleichung 9

und

$$U_3 > U_4$$

Gleichung 10

Für die Verlustleistung $P_{V,3}$ im Stromsteller 9 gilt:

$$P_{V,3} = I_3 \cdot U_3 - I_4 \cdot U_4 = I_3 \cdot (U_3 - U_4)$$

Gleichung 11

Da vorausgesetzt ist, daß der Schaltregler 8 keine Verlustleistung hat, gilt am Schaltregler 8 für die eingangsseitige Leistung P_4 und für die ausgangsseitige Leistung P_5 , die der Meßwandlerschaltung 7 zur Verfügung steht:

$$P_4 = U_4 \cdot I_4 = P_5 = U_5 \cdot I_5$$

Gleichung 12

Betrachtet man die Leistung P_5 , die der Meßwandlerschaltung 7 zur Verfügung steht, so gilt:

$$P_5 = P_3 - I_3 \cdot (U_3 - U_4) = P_3 - I_3 \cdot U_3 + I_3 \cdot U_4$$

Gleichung 13

[0018] Die Gleichung 13 zeigt, daß sich die Leistung P_5 , die der Meßwandlerschaltung 7 zur Verfügung steht, durch eine möglichst große Spannung U_4 optimieren läßt. Da die Spannung U_4 nicht größer als die Spannung U_3 werden kann, muß die Differenz zwischen der Spannung U_3 und der Spannung U_4 so klein wie möglich sein. "So klein wie möglich" - statt "Null" - berücksichtigt, daß der Stromsteller 9 funktionsnotwendig, um, gesteuert von der Meßwandlerschaltung 7, einen den Meßwert repräsentierenden Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 einstellen zu können, eine minimale Differenz zwischen der Spannung U_3 und der Spannung U_4 benötigt.

[0019] Da voraussetzungsgemäß der Schaltregler 8 keine Verlustleistung hat, die primärseitige Leistung P_4 also gleich der sekundärseitigen Leistung P_5 ist, da der primärseitige Strom I_4 des Schaltreglers 8 im stationären Zustand vorgegeben ist, nämlich gleich dem durch die Meßwandlerschaltung 7 vorgegebenen Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 ist, und da die sekundärseitige Spannung U_5 des Schaltreglers 8 konstant ist, führt eine kurzzeitige Verringerung der Stromaufnahme der Meßwandlerschaltung 7, also eine kurzzeitige Verringerung des durch die Meßwandlerschaltung 7 und sekundärseitig durch den Schaltregler 8 fließenden Stromes I_5 , zu einer Erhöhung der Spannung U_4 auf der Primärseite des Schaltreglers 8, da der Strom I_3 , nun größer als der Strom I_4 , nicht mehr vom Schaltregler 8 aufgenommen werden kann. Über die Differenz der Ströme I_3 und I_4 - nämlich $I_3 - I_4 > 0$ - wird eine fiktive Kapazität aufgeladen und die Spannung U_4 steigt. Sobald die Spannung U_4 die gewünschte Größe - "so groß wie möglich" - erreicht hat, muß der Stromverbrauch der Meßwandlerschaltung 7 wieder so erhöht werden, daß der Strom I_3 gleich dem Strom I_4 ist. Da jetzt die Spannung U_4 aber größer ist als vorher, ist jetzt auch die Leistung $P_4 = U_4 \cdot I_4$ größer als vorher. Da die Spannung U_5 am Ausgang des Schaltreglers 8 konstant ist, wird auch der Strom I_5 größer als vorher, folglich auch die der Meßwandlerschaltung 7 zur Verfügung stehende Leistung $P_5 = U_5 \cdot I_5$. Damit ist gezeigt, daß die Maßnahme, die Stromaufnahme der Meßwandlerschaltung 7 so zu steuern, daß der Spannungsabfall über dem Stromsteller 9, also die

Differenz zwischen der Spannung U_3 und der Spannung U_4 , so klein wie möglich ist, zu einer Optimierung der der Meßwandlerschaltung 7 zur Verfügung stehenden Leistung P_5 führt.

[0020] In den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen ist angedeutet, daß der Schaltregler 8 ein-
gangsseitig einen Kondensator 16 aufweist. Ein solcher Schaltregler 8 ist beispielsweise der Schaltregler LT 1176-5
der Firma Linea Technology. Der Kondensator 16 vereinfacht die Steuerung der Spannung U_4 , da hierdurch die Änder-
ungsgeschwindigkeit der Spannung U_4 bei einer Einstellung von I_3 ungleich I_4 stark reduziert werden kann.

[0021] Ist, wie das für die in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiele gilt, der Schaltregler 8 eingangsseitig
mit einem Kondensator 16 versehen, kann es zu einem Betriebszustand kommen, bei dem der Meßwert- und Versor-
gungsstrom I_3 nicht dem Meßwert proportional eingestellt werden kann:

Ausgehend von einem kleinen Meßwert und damit einem kleinen Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 von z. B. 4
mA, stellt sich ein relativ großer Wert für die Spannung U_4 ein, da die Spannung U_3 auch relativ groß ist, - weil die
Spannungsabfälle an den Widerständen 12, 13, 14 und 15 relativ gering sind. Ergibt sich nun sprunghaft ein relativ
großer Meßwert und soll folglich ein relativ großer Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 eingestellt werden, z. B. 20
mA, so ist das dann nicht möglich, wenn die durch den Kondensator 16 gepufferte Spannung U_4 größer ist als die
Spannung U_3 , die sich wegen der relativ großen Spannungsabfälle an den Widerständen 12, 13, 14 und 15 einstellen
müßte. Da der Stromsteller 9 nur arbeiten kann, wenn die Spannung U_3 größer ist als die Spannung U_4 , kann der
dem großen Meßwert entsprechende Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 von 20 mA nicht eingestellt werden.

[0022] Zur Lösung des zuvor aufgezeigten Problems ist bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel einer
erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ein zweiter, von der Meßwandlerschaltung 7 gesteuerter, nur bei Bedarf
aktivierter Stromsteller 17 vorgesehen, der mit seinem Eingang mit dem Eingang des ersten Stromstellers 9 und mit
seinem Ausgang mit der Rückleitung 4 verbunden ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel setzt sich der Meßwert- und
Versorgungsstrom I_3 , der dem Meßwert proportional sein soll, zusammen aus dem Strom I_4 über den ersten Stromsteller
9 und dem Strom I_6 über den zweiten Stromsteller 17. Folglich läßt sich auch bei dem zuvor beschriebenen Betriebs-
zustand der geforderte Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 einstellen.

[0023] Bei dem zuvor beschriebenen, in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungs-
anordnung trägt der Strom I_6 über den zweiten Stromsteller 17 nicht zur Leistung P_5 für die Meßwandlerschaltung 7 bei;
der Strom I_6 über den zweiten Stromsteller 17 ist also im Prinzip unerwünscht. Folglich wird im Ausführungsbeispiel
nach Fig. 2 der hier zusätzlich vorgesehene zweite Stromsteller 17 nur "bei Bedarf" aktiviert, nämlich nur dann und nur
solange, wie das zuvor aufgezeigte Problem existent ist.

[0024] Im übrigen kann, was in den Fig. 1 und 2 nicht dargestellt ist, die Meßwandlerschaltung 7 zur Steuerung ihrer
Stromaufnahme oder/und zur Steuerung des zweiten Stromstellers 17 parametrierbar sein, z. B. über die Spannung U_1
der Spannungsquelle 10 oder/und über die Widerstände 12 und 13 in dem Meßwertauswertungsteil 2 oder/und über
die Widerstände 14, 15 der Hinleitung 3 oder/und der Rückleitung 4 oder/und über die Kapazität des dem Eingang des
Schaltreglers 8 parallel geschalteten Kondensators 16. Auch besteht die Möglichkeit, den Spannungsabfall über dem
ersten Stromsteller 9, z. B. über einen nicht dargestellten A/D-Wandler, zur Steuerung der Stromaufnahme der
Meßwandlerschaltung 7 oder/und zur Steuerung des zweiten Stromstellers 17 in die Meßwandlerschaltung 7 einzuführen.

[0025] Nunmehr soll die Erfindung nochmals anhand der graphischen Darstellungen in den Fig. 3 bis 6 erläutert werden:

Zunächst soll die Spannung U_3 am Eingang des Meßwerterfassungsteils 1, also die Spannung U_3 am Eingang des
Stromreglers 9, betrachtet werden. Diese hängt von der Spannung U_1 der Spannungsquelle 10, der Summe der
Widerstände 12, 13, 14 und 15 sowie dem durch das Meßwerterfassungsteil 1 fließenden Strom I_3 ab. In der Praxis
können sich hier sehr unterschiedliche Charakteristiken durch unterschiedliche Meßwertauswertungsteile 2 und
unterschiedliche Verbindungen 5 zwischen dem Meßwerterfassungsteil 1 und dem Meßwertauswertungsteil 2 er-
geben. Diese sind bei der Auslieferung des Meßwerterfassungsteils 1 nicht bekannt; das Meßwerterfassungsteil 1
muß sich daher auf die vorgefundenen Verhältnisse automatisch adaptieren.

[0026] In der Fig. 3 sind Kennlinien dargestellt, die die Spannung U_3 am Eingang des Stromreglers 9 in Abhängigkeit
von dem durch das Meßwerterfassungsteil 1 fließenden Strom I_3 zeigen. Dabei liegen zugrunde
der Kennlinie a eine Spannung U_1 von 24 V und ein Widerstand der Verbindung 5 von 300 Ω ,
der Kennlinie b eine Spannung U_1 von 24 V und ein Widerstand der Verbindung 5 von 50 Ω und
der Kennlinie c eine Spannung U_1 von 17 V und ein Widerstand der Verbindung 5 von 50 Ω .

[0027] Die Kennlinie a - für eine Spannung U_1 von 24 V und einen Widerstand der Verbindung von 300 Ω - ist besonders
verbreitet, da diese Kennlinie den Anforderungen der Eigensicherheit bei Explosionsschutz entspricht.

[0028] Idealerweise liegt die Spannung U_4 am Ausgang des Stromreglers 9 um ein Volt unter der Spannung U_3 am
Eingang des Stromreglers 9. Die entsprechende Kennlinie d ist in Fig. 4 - zusammen mit der Kennlinie a aus Fig. 3 -
dargestellt.

[0029] Der Stromregler 9 ist auch notwendig, weil der durch die Meßwandlerschaltung 7 fließende Strom I_5 nicht so genau gesteuert werden kann, wie dies für den den Meßwert darstellenden Strom I_3 erforderlich ist.

[0030] Wie bereits ausgeführt, wird der Stromsteller 9 von der Meßwandlerschaltung 7 so gesteuert, daß er einen den Meßwert repräsentierenden, über die Verbindung 5 fließenden Meßwert- und Versorgungsstrom einstellt, den Strom I_3 . Dazu weist die Meßwandlerschaltung 7 einen im einzelnen nicht dargestellten Mikrokontroller 18 auf, der auch von dem durch das Meßwerterfassungsteil 1 fließenden Strom I_3 versorgt wird.

[0031] Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist verwendbar für eine Vielzahl von ganz unterschiedlichen Meßwertaufnehmern 6. Der Meßwertaufnehmer 6 kann z. B. zur Temperatur-, Druck-, Feuchtigkeits-, Füllstands- oder Durchflußerfassung ausgelegt sein. Insbesondere kann der Meßwertaufnehmer 6 getaktet betrieben werden, wodurch die Stromaufnahme der Meßwandlerschaltung 7 insgesamt beeinflusst werden kann. Ein solcher taktweiser Betrieb ist z. B. bei einem magnetisch-induktiven Durchflußmesser bekannt (vgl. die USA-Patentschrift 4,766,770); auch ein Mikrowellenradar als Meßwertaufnehmer 6 kann getaktet betrieben werden.

[0032] Weist der durch die Meßwandlerschaltung 7 fließende Strom I_5 eine pulsartige Charakteristik auf, so muß der Stromsteller 9 für eine Glättung sorgen; eine pulsartige Charakteristik des Stromes I_3 , also des den Meßwert repräsentierenden Meßwert- und Versorgungsstroms, ist nämlich nicht erwünscht. Das Ausmaß der notwendigen Glättung bestimmt auch den für den Betrieb notwendigen Spannungsabfall über dem Stromsteller 9, also die Spannungsdifferenz zwischen der Spannung U_3 und der Spannung U_4 .

[0033] Die bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung vorliegende Problematik wird besonders deutlich, wenn man zwei Extremfälle betrachtet, einerseits den Extremfall, daß sich der Meßwert schlagartig von 100 % auf 0 % ändert, andererseits den Extremfall, daß sich der Meßwert schlagartig von 0 % auf 100 % ändert. Diesen Extremfällen gleichgestellt sind die sogenannten Ausfallinformationen, die durch einen Strom I_3 charakterisiert sind, der entweder kleiner als 3,6 mA oder größer als 21 mA ist. Dazu wird verwiesen auf die NAMUR-Empfehlung NE 43 "Vereinheitlichung des Signalpegels für die Ausfallinformation von Digitalen Meßumformern mit analogem Ausgangssignal", Version: 18.01 1994, Erstausgabe: 18.01.1994, vertrieben durch die NAMUR-Geschäftsstelle, c/o Bayer AG, Gebäude K 9, 51368 Leverkusen.

[0034] Für den ersten Extremfall, bei dem sich der Meßwert schlagartig von 100 % auf 0 % ändert, wird Bezug genommen auf die graphische Darstellung in Fig. 5, die zunächst die Kennlinien a und d zeigt, in der darüber hinaus Arbeitspunkte 1, 2 und 3 eingezeichnet sind.

[0035] Ausgegangen wird vom Arbeitspunkt 1. Durch den Stromsteller 9 kann sich der Strom I_3 schlagartig ändern. Wegen des Kondensators 16 kann sich jedoch die Spannung U_4 nicht schlagartig ändern. Es ergibt sich also eine Verschiebung vom Arbeitspunkt 1 zum Arbeitspunkt 2.

[0036] Geht man von einem idealen Schaltregler 8 aus, also einem solchen, der keine Verlustleistung hat, dann ergibt sich für die der Meßwandlerschaltung 7 zur Verfügung stehende Leistung (siehe die Gleichung 12):

$$P_5 = P_4 = U_4 \cdot I_4 = 17 \text{ V} \cdot 4 \text{ mA} = 68 \text{ mW}.$$

[0037] Erwünscht ist jedoch der Arbeitspunkt 3. Dort würde die folgende Leistung zur Verfügung stehen:

$$P_5 = P_4 = U_4 \cdot I_4 = 21,8 \text{ V} \cdot 4 \text{ mA} = 87,2 \text{ mW}.$$

[0038] Nimmt man für die Spannung U_5 , also die Spannung am Ausgang des Schaltreglers 8, die gleich der Spannung am Eingang der Meßwandlerschaltung 7 ist, einen konstanten Wert von z. B. 5 V an, so ergibt sich bei den beiden zuvor errechneten Leistungen für den Strom I_5 folgendes:

$$I_5 = P_5 = U_5 = 68 \text{ mW} : 5 \text{ V} = 13,6 \text{ mA}$$

bzw.

$$I_5 = P_5 = U_5 = 87,2 \text{ mW} : 5 \text{ V} = 17,4 \text{ mA}.$$

[0039] Man erreicht jetzt vom Arbeitspunkt 2 aus den Arbeitspunkt 3, jedoch nicht durch eine Erhöhung des Stromes I_5 . Der Strom I_4 würde sofort größer als der Strom I_3 , und es würde aus dem Kondensator 16 Ladung entnommen. Dies wiederum würde zu einer Reduzierung der Spannung U_4 und damit zu einer Verschiebung des Arbeitspunktes 2 in die nicht erwünschte Richtung gehen, nämlich zu einer kleineren Spannung U_4 . Der erwünschte Arbeitspunkt 3 wird erreicht, wenn der Strom I_5 reduziert wird. Der Strom I_4 wird sofort kleiner als der Strom I_3 . Der Kondensator 16 am Eingang des Schaltreglers 8 wird aufgeladen und die Spannung U_4 erhöht sich.

[0040] Für den zweiten Extremfall, bei dem sich der Meßwert schlagartig von 0 % auf 100 % ändert, wird Bezug genommen auf die graphische Darstellung in Fig. 6, die, wie die Fig. 5, die Kennlinien a und d zeigt, in der darüber hinaus Arbeitspunkte 1, 2 und 3 eingezeichnet sind.

[0041] Wie in dem ersten Extremfall ist auch in dem zweiten Extremfall eine schlagartige Änderung der Spannung U_4 , also eine schlagartige Änderung der Spannung am Eingang des Schaltreglers 8 nicht möglich. Der Stromsteller 9 ist nun nicht in der Lage, den dem Meßwert 100 % zukommenden Strom I_3 einzustellen, da selbst dann, wenn die Spannung U_4 gleich der Spannung U_3 würde, am Stromsteller 9 also kein Spannungsabfall entstehen würde, das Meßwertauswertungsteil 2 über die Verbindung 5 den entsprechenden Strom nicht liefern kann; der Arbeitspunkt 2 ist also kein möglicher Arbeitspunkt.

[0042] Um nun den zweiten Extremfall beherrschen zu können, ist der in Fig. 2 dargestellte zweite Stromsteller 17 erforderlich, der den entsprechenden Strom I_3 , vorliegend also 20 mA, einstellen kann. Mit dem zusätzlichen Stromsteller 17 ist also der Arbeitspunkt 3 möglich. Der zweite Stromsteller 17 ist also nicht unbedingt notwendig, sondern nur dann, wenn die Spannung U_4 nicht mit derselben Änderungsgeschwindigkeit reduziert werden kann, wie sich der Meßwert ändern kann.

[0043] Für die in dem Mikrokontroller 18 bzw. mit dem Mikrokontroller 18 realisierte Regelung gilt nun folgendes:

Vorrangige Regelung:

$$I_3 = 4 \text{ mA} + M \cdot 16 \text{ mA},$$

wobei sich M als Faktor für den Meßwert von 0 bis 1 ändert.

[0044] Wenn die Spannung U_4 gleich der Spannung U_3 wird, geht die Regelung automatisch vom Stromsteller 9 auf den zweiten Stromsteller 17 über. Dies kann über den Mikrokontroller 18 oder durch eine entsprechende Hardware erfolgen.

[0045] Nachrangige Regelung:

$$U_4 = U_3 - U_{\text{reserve}};$$

[0046] Ist die Spannung U_{reserve} zu groß, wird der Strom I_5 reduziert, ist die Spannung U_{reserve} zu klein, wird der Strom I_5 erhöht.

[0047] Es sei noch darauf hingewiesen, daß die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in Verbindung mit einer als Gleichspannungsquelle ausgeführten Spannungsquelle 10 im Meßwertauswertungsteil 2 beschrieben worden ist, der Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 also als Gleichstrom vorliegt. Die Lehre der Erfindung läßt sich jedoch ohne weiteres auch auf Ausführungsformen anwenden, bei denen als Spannungsquelle eine Wechselspannungsquelle verwendet wird und folglich der Meßwert- und Versorgungsstrom I_3 als Wechselstrom vorliegt.

[0048] Schließlich wird noch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß das, was zuvor in Verbindung mit den Fig. 3 bis 6 erläutert worden ist, auch zur Erfindung gehört bzw. auch erfindungswesentlich ist. Soweit die Patentansprüche dies nicht vollständig oder nicht enthalten, bleibt vorbehalten, die Patentansprüche entsprechend zu ergänzen.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Meßwerterfassung, -übertragung und -auswertung, mit einem Meßwerterfassungsteil (1), mit einem Meßwertauswertungsteil (2) und mit einer nur aus einer Hinleitung (3) und aus einer Rückleitung (4) bestehenden Verbindung (5) zwischen dem Meßwerterfassungsteil (1) und dem Meßwertauswertungsteil (2), wobei das Meßwerterfassungsteil (1) einen Meßwertnehmer (6), eine Meßwandlerschaltung (7), einen der Meßwandlerschaltung (7) vorgeschalteten Schaltregler (8) und einen dem Schaltregler (8) vorgeschalteten Stromsteller (9)

aufweist, wobei das Meßwertauswertungsteil (2) eine Spannungsquelle (10) und eine Auswerteschaltung (11) aufweist, wobei der Schaltregler (8) eine konstante Betriebsspannung für die Meßwandlerschaltung (7) liefert und der erste Stromsteller (9), gesteuert von der Meßwandlerschaltung (7), einen den Meßwert repräsentierenden, über die Hinleitung (3) und die Rückleitung (4) fließenden Meßwert- und Versorgungsstrom einstellt, die Stromaufnahme der Meßwandlerschaltung (7) steuerbar ist und durch eine kurzzeitige Verringerung der Stromaufnahme der Meßwandlerschaltung (7) so gesteuert wird, daß der Spannungsabfall über dem Stromsteller (9) so klein wie möglich ist und wobei parallel zum Eingang des Schaltreglers (8) ein Kondensator (16) geschaltet ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein, von der Meßwandlerschaltung (7) gesteuerter, nur bei Bedarf aktivierter zweiter Stromsteller (17) vorgesehen ist und der zweite Stromsteller (17) mit seinem Eingang mit dem Eingang des ersten Stromstellers (9) und mit seinem Ausgang mit der Rückleitung (4) verbunden ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßwandlerschaltung (7) zur Steuerung ihrer Stromaufnahme oder/und zur Steuerung des zweiten Stromstellers (17) parametrierbar ist, z. B. über die Spannung der Spannungsquelle (10) oder/und Widerstände (12, 13) in dem Meßwertauswertungsteil (2), oder/und über die Widerstände (14, 15) der Hinleitung (3) oder/und der Rückleitung (4) oder/und die Kapazität des dem Eingang des Schaltreglers (8) parallel geschalteten Kondensators (16).

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Spannungsabfall über dem ersten Stromsteller (9), z. B. über einen A/D-Wandler, zur Steuerung der Stromaufnahme der Meßwandlerschaltung oder/und zur Steuerung des zweiten Stromstellers in die Meßwandlerschaltung eingeführt ist.

4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßwandlerschaltung (7) einen den Stromsteller (9) und ggf. den zweiten Stromsteller (17) steuernden Mikrokontroller (18) aufweist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** dann, wenn der Meßwert "schlagartig" geringer wird, z. B. von 100 % auf 0 % zurückgeht, kurzzeitig der durch die Meßwandlerschaltung (7) fließende Strom (I_S) verringert wird.

6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** dann, wenn der Meßwert "schlagartig" größer wird, z. B. von 0 % auf 100 % ansteigt, der zweite Stromsteller (17) aktiviert wird,

7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** dann, wenn die Spannung (U_4) am Ausgang des ersten Stromstellers (9) die Spannung (U_3) am Eingang des ersten Stromstellers (9) erreicht, die von der Meßwandlerschaltung (7) bzw. dem Mikrokontroller (18) in der Meßwandlerschaltung (7) kommende Stromsteuerung vom Stromsteller (9) auf den zweiten Stromsteller (17) übergeht.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** mit Hilfe des in der Meßwandlerschaltung (7) vorgesehenen Mikrokontrollers (18) vorrangig der Strom (I_3), der durch das Meßwertfassungsteil (1) fließt, und nachrangig die Spannung (U_4) am Ausgang des Stromstellers (9) gesteuert wird.

Claims

1. A circuit arrangement for measured value detection, transfer and analysis, with a measured value detection section (1), a measured value analyzing section (2) and a connection (5) consisting only of an outgoing conductor (3) and a return conductor (4) between the measured value detection section (1) and the measured value analyzing section (2), wherein the measured value detection section (1) has a measured value recorder (6), a measuring transformer circuit (7), a switch controller (8) connected upstream from the measuring transformer circuit (7) and a current regulator (9) connected upstream from the switch controller (8), wherein the measured value analyzing section (2) has a voltage source (10) and an analyzing circuit (11), and the switch controller (8) delivers a constant operating voltage for the measuring transformer circuit (7), and the first current regulator (9) - controlled by the measuring transformer circuit (7) - sets a measured value and power supply current flowing through the outgoing conductor (3) and the return conductor (4) and representing the measured value, wherein the current consumption of the measuring transformer circuit (7) is controllable and is controlled in such a way that the voltage drop via the current regulator (9) is as to small as possible and wherein a capacitor (16) is connected parallel to the input of the switch controller (8)

characterized in

a second current regulator (17) controlled by the measuring transformer circuit (7) and activated only when necessary is provided, and the second current regulator (17) is connected with its input to the input of the first current regulator (9) and with its output to return conductor (4).

2. The circuit arrangement according to claim 1, **characterized in that** the measuring transformer circuit (7) is programmable to control its current consumption and/or to control the second current regulator (17), e.g. via the voltage of the voltage source (10) and/or resistances (12, 13) in the measured value analyzing section (2) and/or via the resistances (14, 15) of the outgoing conductor (3) and/or of the return conductor (4) and/or the capacitance of the capacitor (16) connected parallel to the input of the switch controller (8).
3. The circuit arrangement according to claim 1 or 2, **characterized in that** the voltage drop is introduced into the measuring transformer circuit via the first current regulator (9), e.g. via an AD converter, to control current consumption of the measuring transformer circuit and/or to control the second current regulator.
4. The circuit arrangement according to one of claims 1 through 3, **characterized in that** the measuring transformer circuit (7) has a micro-controller (18) controlling the current regulator (9) and, where applicable, the second current regulator (17).
5. The circuit arrangement according to one of claims 1 through 4, **characterized in that** when the measured value drops "suddenly", e.g. decreases from 100% to 0%, the current (I_5) flowing through the measuring transformer circuit (7) is reduced in the short term.
6. The circuit arrangement according to one of claims 1 through 5, **characterized in that** when the measured value increases "suddenly", e.g. rises from 0% to 100%, the second current regulator (17) 'becomes connected'.
7. The circuit arrangement according to one of claims 1 through 6, **characterized in that** when the voltage (U_4) at the output of the first current regulator (9) attains the voltage (U_3) at the input of the first current regulator (9), the current control coming from the measuring transformer circuit (7) or from the micro-controller (18) in the measuring transformer circuit (7) is transferred from the current regulator (9) to the second current regulator (17).
8. The circuit arrangement according to one of claims 4 through 7, **characterized in that** by means of the micro-controller (18) provided in the measuring transformer circuit (7), the current (I_3) flowing through the measured value detection section (1) is controlled with priority and the voltage (U_4) at the output of the current regulator (9) is controlled with secondary importance.

Revendications

1. Circuit d'acquisition, de transmission et d'évaluation de données, comprenant une partie d'acquisition de données (1), une partie d'évaluation de données (2) et une connexion (5) uniquement constituée d'une ligne de sortie (3) et d'une ligne de retour (4) entre la partie d'acquisition de données dans (1) et la partie d'évaluation de données (2), dans lequel la partie d'acquisition de données (1) comprend un capteur de mesure (6), un circuit transducteur de mesure (7), un régulateur à commutation (8) connecté en amont du circuit transducteur de mesure (7) et un régulateur de courant (9) connecté en amont du régulateur de commutation (8), dans lequel la partie d'évaluation de données (2) comprend une source de tension (10) et un circuit d'évaluation (11), dans lequel le régulateur de commutation (8) délivre une tension de fonctionnement constante au circuit transducteur de mesure (7) et le premier régulateur de courant (9), 1 commandé par le circuit transducteur de mesure (7), règle un courant de mesure et d'alimentation qui représente la mesure et qui passe sur la ligne de sortie (3) et la ligne de retour (4), la consommation de courant du circuit transducteur de mesure (7) peut être commandée et est commandée par une réduction de courte durée de la consommation de courant du circuit transducteur de mesure (7) de telle sorte que la chute de tension aux bornes du régulateur de courant (9) soit aussi faible que possible et dans lequel un condensateur (16) est connecté en parallèle à l'entrée du régulateur de commutation (8),
caractérisé en ce que qu'il est prévu un second régulateur de courant (17) uniquement activé en cas de besoin et commandé par le circuit transducteur de mesure (7), et **en ce que** le second régulateur de courant (17) est connecté par son entrée à l'entrée du premier régulateur de courant (9) et par sa sortie à la ligne de retour (4).
2. Circuit selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le circuit transducteur de mesure (7) est paramétrable pour commander sa consommation de courant et/ou pour commander le second régulateur de courant (17), par exemple

par l'intermédiaire de la tension de la source de tension (10) et/ou de résistances (12, 13) dans la partie d'évaluation de données (2), et/ou par l'intermédiaire de résistances (14, 15) de la ligne de sortie (3) et/ou de la ligne de retour (4) et/ou de la capacité du condensateur (16) connecté en parallèle à l'entrée du régulateur de commutation (8).

- 5 **3.** Circuit selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la chute de tension est fournie au circuit transducteur de mesure par l'intermédiaire du régulateur de courant (9), par exemple par l'intermédiaire d'un convertisseur A/N, pour commander la consommation de courant du circuit transducteur de mesure et/ou pour commander le second régulateur de courant.
- 10 **4.** Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le circuit transducteur de mesure (7) comprend un microcontrôleur (18) commandant le régulateur de courant (9) et, le cas échéant, le second régulateur de courant (17).
- 15 **5.** Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le courant (I_5) passant dans le circuit transducteur de mesure (7) n'est réduit pendant une courte durée que lorsque la donnée diminue "brutalement", par exemple en diminuant de 100% à 0%.
- 20 **6.** Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le second régulateur de courant (17) n'est activé que lorsque la donnée augmente "brutalement", par exemple en augmentant de 0% à 100%.
- 25 **7.** Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la commande de courant atteignant le circuit transducteur de mesure (7) en provenance du circuit transducteur de mesure (7) ou du microcontrôleur (18) ne passe du régulateur de courant (9) au second régulateur de courant (17) que lorsque la tension (U_4) à la sortie du premier régulateur de courant (9) atteint la tension (U_3) à l'entrée du premier régulateur de courant (9).
- 30 **8.** Circuit selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce que** le courant (I_3) passant à travers la partie d'acquisition de données (1) est commandé en première priorité et la tension (U_4) à la sortie du régulateur de courant (9) est commandée en seconde priorité au moyen du microcontrôleur (18) prévu dans le circuit transducteur de mesure (7).

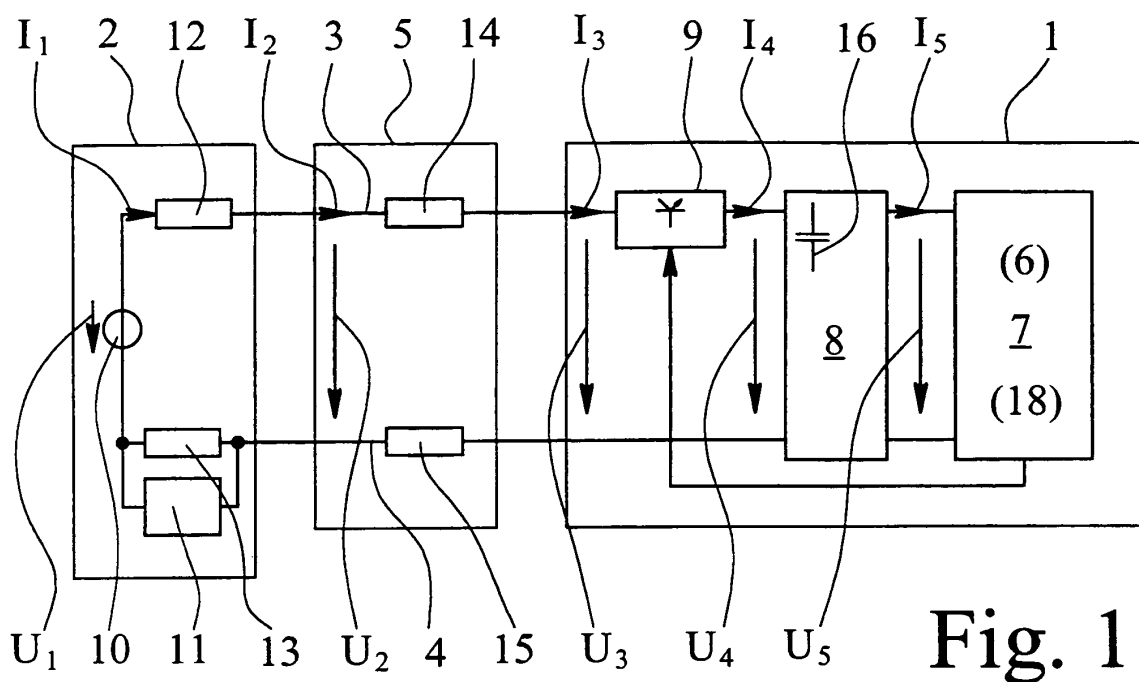


Fig. 1

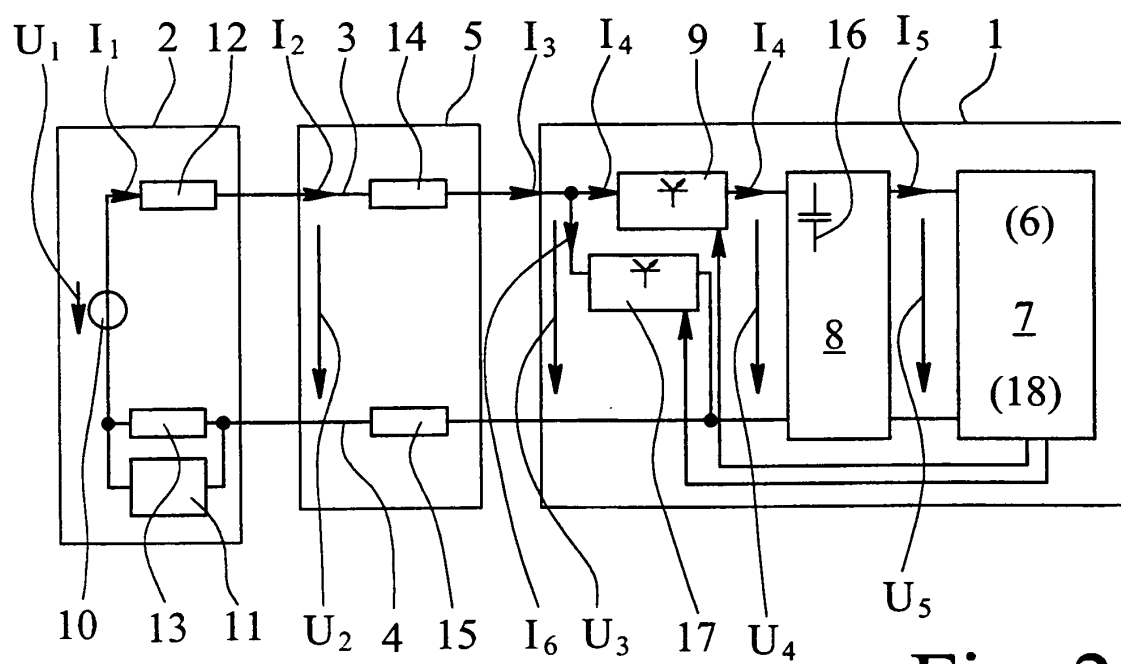


Fig. 2

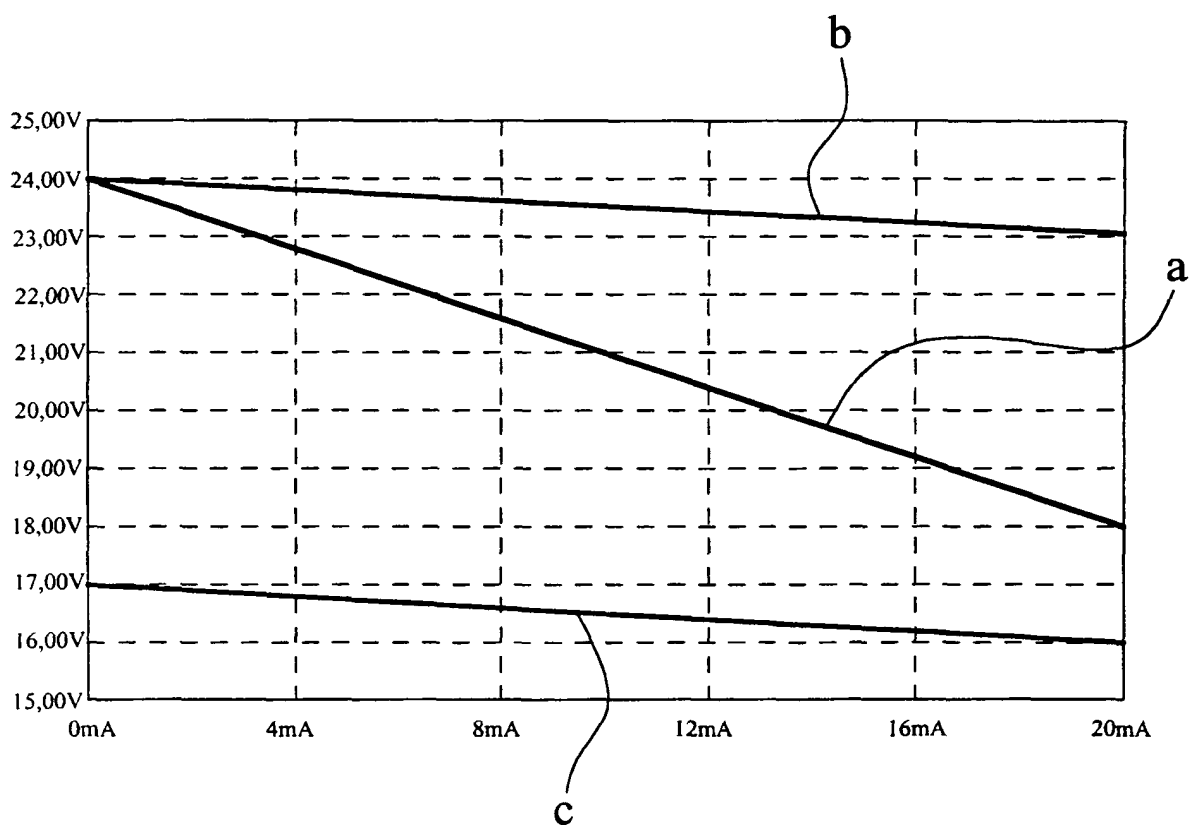


Fig. 3

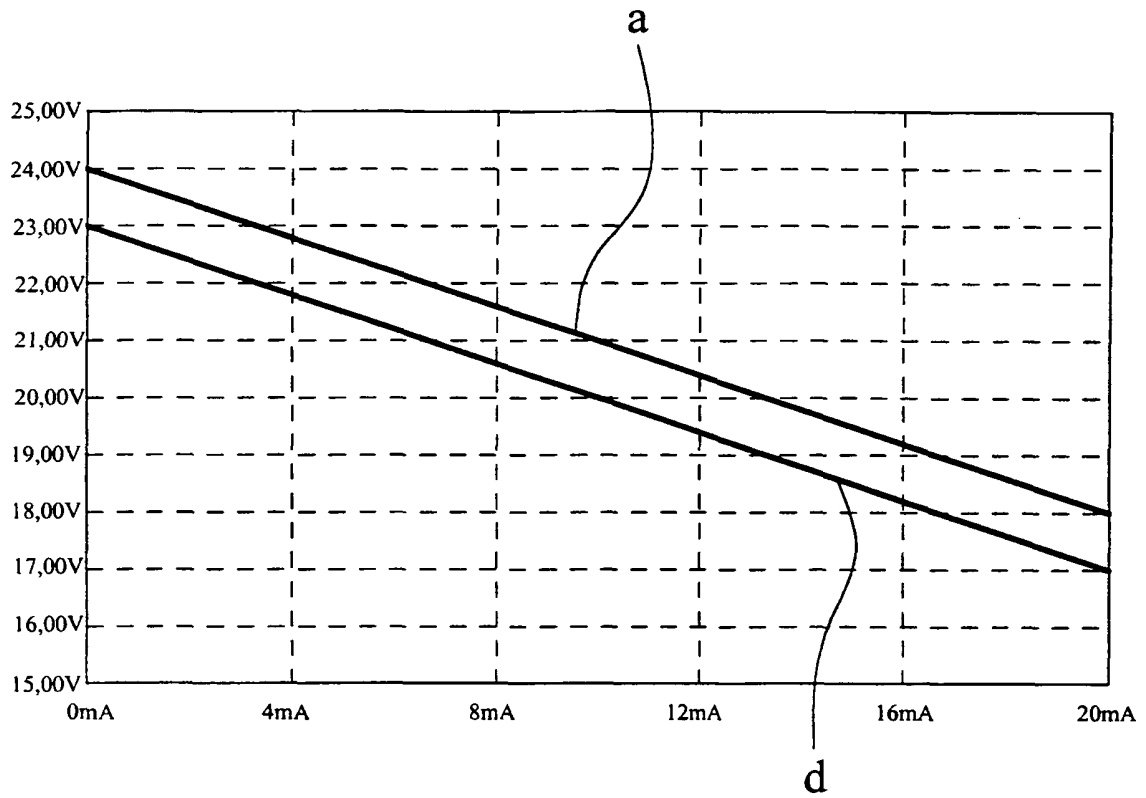


Fig. 4

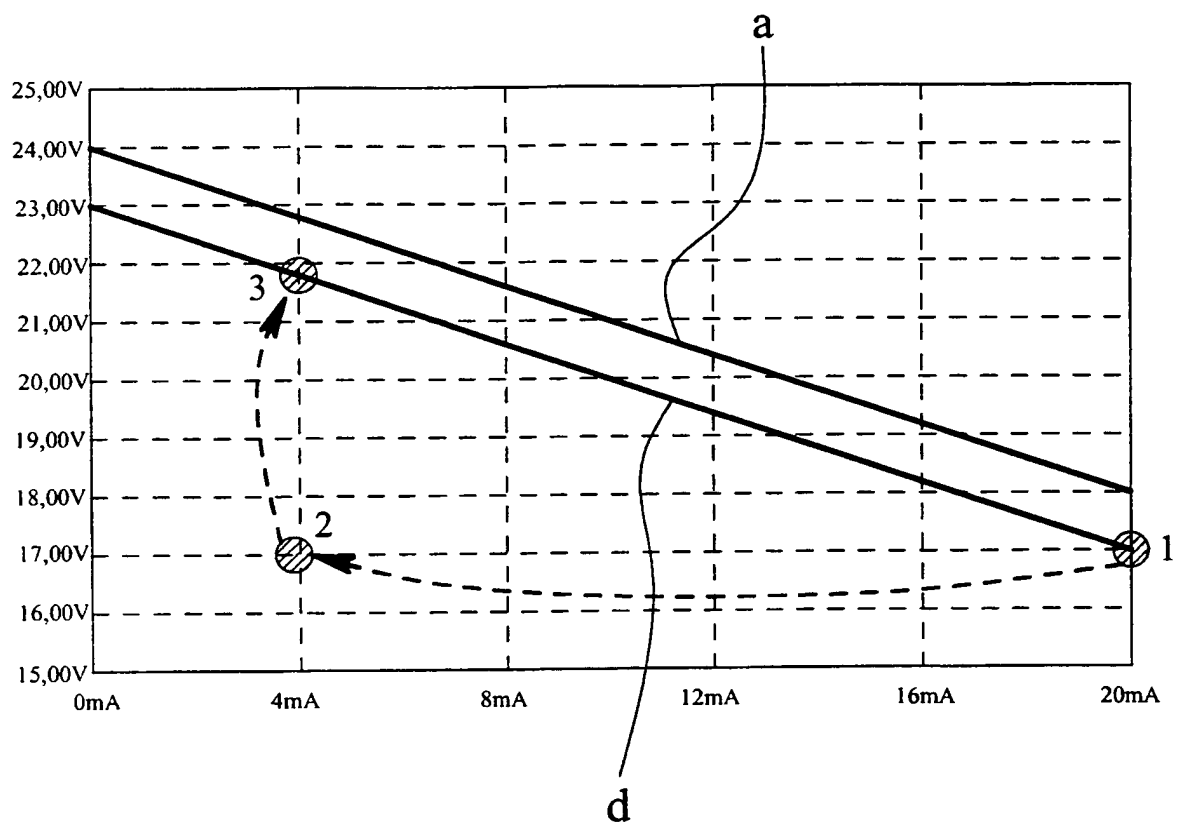


Fig. 5

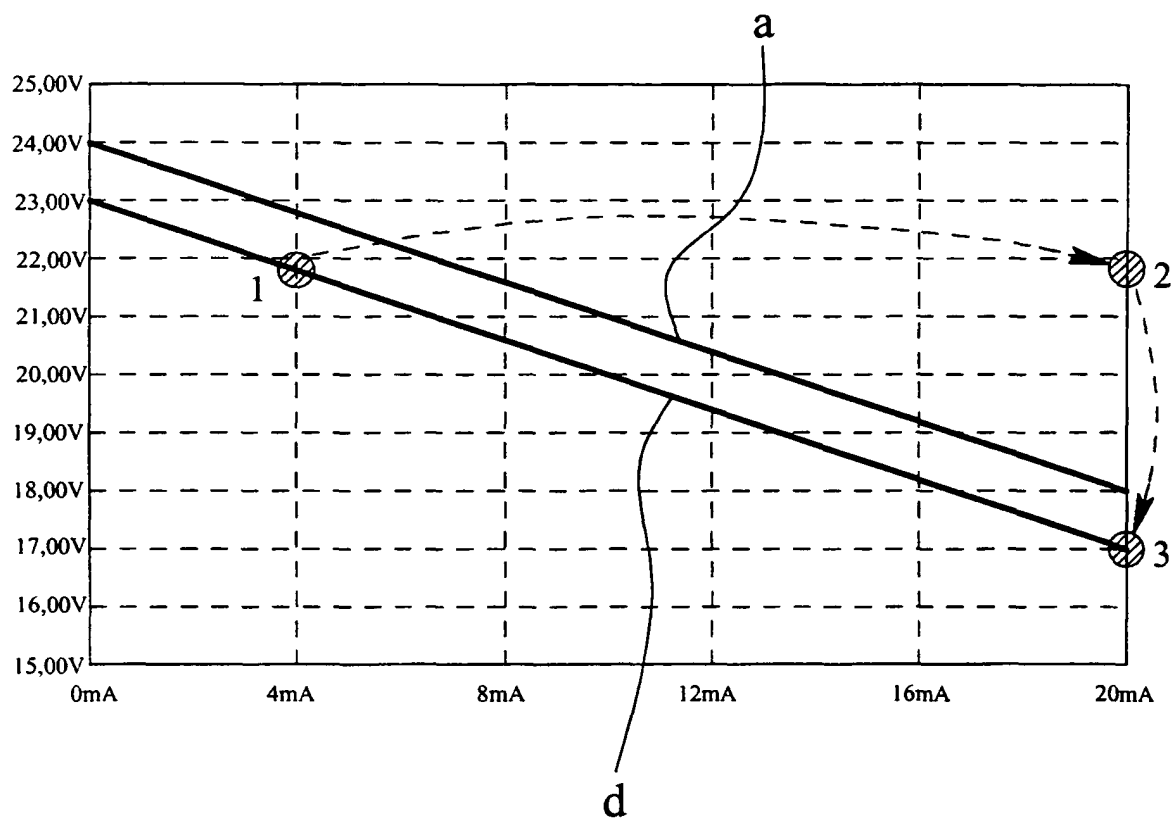


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3934007 [0002] [0003] [0005] [0006] [0011]
- EP 0744724 A [0002] [0005] [0012]
- DE 19723645 [0002] [0005]
- US 5416723 A [0002]
- DE 12723645 [0012]
- US 4766770 A [0031]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **SCHENK.** Halbleiter-Schaltungstechnik. Springer-Verlag, 565-586 [0011]
- Lexikon Elektronik und Mikroelektronik. VDI-Verlag, 733 [0011]