



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 301 914 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.03.2004 Patentblatt 2004/11

(21) Anmeldenummer: **01947296.8**

(22) Anmeldetag: **19.05.2001**

(51) Int Cl.7: **G08C 19/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/005769

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/007124 (24.01.2002 Gazette 2002/04)

(54) **MESSEINRICHTUNG ZUR MESSUNG EINER PROZESSVARIABLEN**

MEASURING DEVICE FOR MEASURING A PROCESS VARIABLE

DISPOSITIF DE MESURE SERVANT A MESURER UNE VARIABLE DE PROCESSUS

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

(30) Priorität: **17.07.2000 DE 10034684**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.04.2003 Patentblatt 2003/16

(73) Patentinhaber: **Endress + Hauser GmbH + Co.KG.
79689 Maulburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **ARMBRUSTER, Ralf
79183 Waldkirch (DE)**

• **KLÖFER, Peter
79585 Steinen (DE)**
• **HARDELL, Alexander
NL-2284 TA Rijswijk ZH (NL)**

(74) Vertreter: **Andres, Angelika
Endress + Hauser (Deutschland) Holding GmbH,
Colmarer Strasse 6
79576 Weil am Rhein (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 319 820 EP-A- 0 895 209
US-A- 5 416 723 US-A- 5 650 571**

EP 1 301 914 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Meßeinrichtung zur Messung einer industriellen Prozeßvariablen bei vorgegebener maximaler Leistungsaufnahme durch die Meßeinrichtung. Spezieller betrifft die Erfindung eine Meßeinrichtung zum Anschluß an eine Stromschleife, insbesondere eine 4 - 20 mA-Stromschleife, oder an eine digitale Kommunikation.

[0002] Einrichtungen zur Messung einer Prozeßvariablen werden verwendet, um eine Prozeßvariable zu erfassen und die gemessenen Werte zur anschließenden Verarbeitung weiterzugeben. Die Weitergabe der gemessenen Werte kann über eine Stromschleife geschehen oder über eine digitale Kommunikation. In beiden Fällen ist es von Vorteil, wenn die Meßeinrichtung ihre benötigte Leistung aus den beiden Leitungen entnimmt, über die der Meßwert weitergegeben wird.

[0003] Bei der Weitergabe der Meßwerte über eine Stromschleife wird der Strom in der Stromschleife so eingestellt, daß seine Größe die Größe der Prozeßvariablen widerspiegelt. Es hat sich heutzutage ein Standard durchgesetzt, der Ströme zwischen 4 mA und 20 mA verwendet, wobei ein Strom von 4 mA durch die Stromschleife den maximalen (oder minimalen) Meßwert und ein Strom von 20 mA den minimalen (oder maximalen) Meßwert der Prozeßvariablen repräsentiert.

[0004] Diese Meßtechnik erweist sich als weitgehend störungsempfindlich und hat große Verbreitung in industrieller Anwendung erfahren.

[0005] Einer Meßeinrichtung, die mittels einer Stromschleife versorgt wird, steht nur eine begrenzte Leistung zur Verfügung. Diese Leistung hängt von der Versorgungsspannung und dem (gemäß dem auszugebenden Meßwert) aktuell eingestellten Strom ab. Herkömmliche Meßeinrichtungen sind so dimensioniert, daß sie mit der minimal zur Verfügung stehenden Leistung auskommen, d.h. nur die bei minimalem Strom und minimaler Spannung anstehende Leistung benötigen. Steht mehr Leistung zur Verfügung, wird diese zusätzliche Leistung in einer Stromstufe in Verlustleistung umgesetzt und nicht in der Meßeinrichtung zur Verbesserung der Messung verwendet.

[0006] Meßeinrichtungen, die über eine digitale Kommunikation angesteuert werden, haben oft eine konstante Stromaufnahme, da dies für die Datenübertragung notwendig ist. Hier ist die zur Verfügung stehende Leistung abhängig von der angelegten Klemmenspannung. Herkömmliche Meßeinrichtungen sind auch hier so ausgelegt, daß die Meßschaltung eine konstante Leistungsaufnahme hat, die der Leistung bei minimaler Versorgungsspannung entspricht. Zusätzlich angebotene Leistung bei größerer Versorgungsspannung wird auch hier in Verlustleistung umgesetzt.

[0007] Aus EP 0 687 375 ist ein Verbesserungsvorschlag bekannt, bei dem ein intelligenter Meßwertgeber mit einer Fühlerschaltung ausgestattet wird. Der

Meßwertgeber wird bei einer Meßfrequenz betrieben, die einer Leistungsaufnahme entspricht, die größer ist als die bei minimalem Strom und minimaler Spannung über die Stromschleife verfügbare Leistung. Kommt es dadurch zu einem Defizit (d.h. die verbrauchte Leistung übersteigt die zulässige verfügbare Leistung), dann ermittelt die Fühlerschaltung dieses Defizit und veranlaßt, daß die Ausführung des Meßprogramms ausgesetzt wird, bis das Defizit nicht mehr besteht.

[0008] Dies führt jedoch, neben anderen Problemen, zu wiederholter Ausgabe falscher Meßwerte, was nicht akzeptabel ist.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist, eine Meßeinrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die ohne die Gefahr von Fehlanzeigen des Meßwertes in der Lage ist, ihren Leistungsbedarf an die zur Verfügung stehende Leistung anzupassen.

[0010] Dabei soll möglichst genau so der insgesamt aufgenommenen Leistung zur Erfüllung der Meßaufgabe verbraucht werden, daß zum einen Geschwindigkeit und Qualität der Messung optimiert werden. Theoretisch würde also die gesamte Leistung, die dem jeweils anzuzeigenden Meßwert entspricht, durch die entsprechend häufige Funktion des Meßwertgebers verbraucht. In der Praxis wird aber schon sicherheitshalber immer noch eine gewisse Differenz zwischen zur Verfügung stehender Leistung und zur Erfüllung der Meßaufgabe verbrauchter Leistung übrig bleiben, damit kein Leistungsdefizit und damit keine Fehlfunktion des Sensors entstehen kann. Der Überschuß an Leistung wird in der Meßeinrichtung in Verlustleistung (Wärme) umgesetzt. Die Summe beider aufgenommenen Leistungen muß genau so groß sein, daß der insgesamt vom Sensor aufgenommene Strom einem definierten Wert entspricht. Dieser Wert ist beim Sensor innerhalb einer Stromschleife (4 - 20 mA) durch den aktuell auszugebenden Meßwert vorgegeben.

[0011] Beim digital kommunizierenden Sensor entspricht beispielsweise der Wert des konstant aufgenommenen Stroms den allgemeinen Vorgaben in Zusammenhang mit dem benutzten Kommunikationsprotokoll.

[0012] Zur Lösung der Aufgabe dienen erfindungsgemäß die in den unabhängigen Ansprüchen definierten Merkmalskombinationen.

[0013] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert. Grundsätzlich wird in den am meisten bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung die gewünschte Anpassung der zur Durchführung der Meßaufgabe aufgenommenen Leistung an die zur Verfügung stehende Leistung ohne deren Überschreitung dadurch ermöglicht, daß der aktuelle Überschuß an Leistung, der in Verlustleistung umgesetzt werden müßte, bestimmt wird. Nach Ermittlung dieses aktuellen Überschusses ist die Kontrolleinheit des Sensors in der Lage, durch geeignete Maßnahmen bezüglich Art und Häufigkeit der Durchführung der Meßzyklen die Leistungsaufnahme der Meßeinrichtung an die vorgegebene maximal verfügbare Leistung so anzunä-

hern, daß der Überschuß minimiert wird, ohne eine bestimmte vorgegebene Grenze für den Überschuß zu unterschreiten. (Ideal ist der Überschuß an dieser Grenze also wenigstens annähernd gleich Null.)

[0014] Die Bestimmung des aktuellen Überschusses kann entweder durch direkte Messung des überschüssigen Stroms oder der überschüssigen Leistung erfolgen. Es ist aber auch auf indirektem Weg möglich, durch Messung von Strom oder aufgenommener Leistung zur Durchführung der Meßaufgabe und Messung von zur Verfügung stehender Leistung bzw. Kenntnis von zur Verfügung stehendem Strom über Differenzbildung den aktuellen Überschuß zu ermitteln. Wählt man den Weg der indirekten Überschußbestimmung, kann man eine wesentliche Vereinfachung bei geringem Nachteil dadurch erreichen, daß auf einzelne Messungen zur Strom- bzw. Leistungsermittlung verzichtet wird und diese durch geeignete Schätzungen sowie Einhaltung größerer Reserven ersetzt werden.

[0015] Außerdem ist es oft möglich, sich bei der Ermittlung von zur Durchführung der Meßaufgabe aufgenommener Leistung auf die Leistungsaufnahme der Schaltungsteile zu beschränken, die bekanntermaßen am meisten ins Gewicht fallen.

[0016] Die Erfindung eignet sich für beliebige Meßeinrichtungen für Prozeßvariable, sofern diesen Meßeinrichtungen extern eine Leistungsaufnahme, meist eine variierende maximale Leistungsaufnahme vorgegeben ist. Dabei handelt es sich beispielsweise um die Vorgabe der Leistungsaufnahme bei Versorgung mittels einer Stromschleife, weil hier jeweils (mit dem anzuzeigenden Meßwert variierend) nur soviel Leistung maximal verbraucht werden darf, wie dem Strom entspricht, der zur Anzeige des richtigen Meßwertes in den Versorgungsleitungen fließen kann.

[0017] Es ist natürlich denkbar, daß sich die Begrenzung der Leistung, die die Meßeinrichtung verbrauchen darf, aus anderen Gesichtspunkten ergibt, beispielsweise bei der Verbindung mit einer digitalen Kommunikation oder aus ganz anderen Gründen.

[0018] Speziell eignet sich die Erfindung besonders für Sensoren wie beispielsweise Füllstands-Sensoren. Die Erfindung wird im folgenden anhand von zwei Ausführungsformen beschrieben, bei denen es sich einerseits um einen Radar-Füllstandssensor, andererseits um einen Ultraschall-Füllstandssensor handelt. Solche Sensoren werden heute regelmäßig über Stromschleifen oder digitale Kommunikationen (Profibus PA, Fieldbus Foundation, ...) betrieben und sind daher den erfindungsgemäß zu überwindenden Schwierigkeiten ausgesetzt.

[0019] Eine bevorzugte Realisierung der Erfindung verwendet eine Stromstufe, die generell parallel zu den übrigen Komponenten der Meßeinrichtung eingeschaltet wird. Die Stromstufe dient dazu, die Leistung zu verbrauchen ("Verlustleistung"), die übrig bleibt, wenn man von der insgesamt (durch die Meßwert-Anzeigefunktion) vorgegebenen Leistung den Leistungsbedarf der

Meßeinrichtung im Meßbetrieb in Abzug bringt. Dieser nicht verbrauchte Leistungsüberschuß ist, wie schon angegeben, ein Maß für die Reserve, die im System für eine Steigerung der Meßleistung noch zur Verfügung steht, ohne daß es zu dem im Stand der Technik (EP 0 687 375) angegebenen Defizit kommt.

[0020] Eine solche Stromstufe bietet verschiedene Möglichkeiten zur Messung des Leistungsüberschusses, wie im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen noch beschrieben werden wird.

[0021] Hierzu kann der momentane Leistungsüberschuß direkt gemessen werden. Er kann alternativ dazu auch vorausgeschätzt werden. Dazu können bekannte Daten der Meßeinrichtung, beispielsweise der relativ große Leistungsverbrauch einzelner Komponenten, herangezogen werden.

[0022] Es ist auch nicht immer nötig, eine dauernde Messung oder Berechnung des sich stets ändernden Leistungsbedarfes vorzunehmen. Eine einfachere Lösung besteht darin, den insgesamt zur Verfügung stehenden Bereich, also beispielsweise 4-20 mA, in Unterbereiche aufzuteilen, denen jeweils eine bestimmte Häufigkeit der Messung pro Zeiteinheit zugewiesen wird. So läßt sich sehr einfach erreichen, daß in dem Unterbereich, der der höchsten vorgegebenen Leistungsabnahme entspricht, relativ häufig gemessen wird, während in den Unterbereichen, die geringeren verfügbaren Leistungen entsprechen, grundsätzlich entsprechend weniger häufig gemessen wird.

[0023] Es muß dann nur noch überwacht werden, in welchem dieser Unterbereiche das System gerade arbeitet, was beispielsweise bei Anschluß einer 4 - 20 mA Stromschleife davon abhängt, welcher Meßwert ausgegeben werden muß und welchem Strom dies dann entspricht, um dann die Betriebsweise entsprechend zu wählen.

[0024] Der Anschluß der Meßeinrichtung an eine digitale Kommunikation, oder eine damit verbundene Stromschleife, ermöglicht völlig analoge Maßnahmen zur Erreichung der gleichen Vorteile.

[0025] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung am Beispiel erfindungsgemäßer Meßeinrichtungen beschrieben. Eine Meßeinrichtung besteht dabei immer aus einem gattungsgemäßen Teil, der den Figuren 1, 2 oder 7 entspricht, sowie einer Anbindung an die Versorgung entsprechend den Figuren 3 bis 6 oder 8 bis 13.

[0026] Eine erste beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Meßanordnung ist ein Radar-Füllstandssensor. Der Sensor mißt den Füllstand in einem Behälter. Der gemessene Wert wird entweder über eine Stromschleife mit z.B. 4 - 20 mA oder über eine digitale Kommunikation, z.B. einen Feldbus, weitergegeben.

[0027] Figur 1 zeigt einen Teil eines solchen Radar-Sensors (101). Dargestellt ist der gattungsgemäße Teil, der unabhängig davon ist, wie der gemessene Wert weitergegeben wird.

[0028] Zur Energieversorgung des Sensors (101) dient ein Netzteil (102), das mit Versorgungsleitungen (14) und (15) mit einer Stromstufe verbunden ist.

[0029] Gesteuert wird der Sensor von einem Mikrocontroller (106), dessen Programm sich in einem Programmspeicher (107) befindet. Er verwendet für seine Daten ein EEPROM (109) und ein RAM (108). Der Mikrocontroller steuert das HF-Frontend (103), das Radar-Signale erzeugt, an die Antenne (114) schickt und die empfangenen Signale aufbereitet. Diese Signale werden vom Empfänger (104) aufbereitet und mittels eines A/D-Wandlers (105) digitalisiert an den Mikrocontroller weitergeleitet. Aus den digitalen Signalen bestimmt der Mikrocontroller einen Meßwert. Diesen gibt er nach einer eventuellen Umwandlung über eine Steuerleitung (16) weiter an die Stromstufe (vgl. weiter unten), die davon abhängig einen Strom einstellt, oder an die digitale Schnittstelle, die den Meßwert über eine digitale Kommunikation weitergibt. Die Steuerleitungen (16) und (17) werden dabei als Verbindung zur digitalen Schnittstelle benutzt. Zur Reduktion der aufgenommenen Leistung hat der Mikrocontroller die Möglichkeit, das HF-Frontend, den Empfänger oder andere Schaltungsteile über Stand-by-Signale in einen Ruhezustand mit verminderter Leistungsaufnahme zu versetzen, bzw. diese ganz auszuschalten, wie weiter unten beschrieben. Zur Messung der aktuellen Leistungsaufnahme des Sensors dienen gegebenenfalls Meßleitungen (18) - (20) und ein A/D-Wandler (110), der mit dem Mikrocontroller (106) verbunden ist. Der Mikrocontroller hat einen Modus mit verminderter Stromaufnahme. Kondensatoren (111), (112), und (113) mindern die Stromschwankungen, die beim Ein- und Ausschalten der Komponenten entstehen.

[0030] Durch Ändern der Dauer und Häufigkeit, mit der der Mikrocontroller die einzelnen Komponenten in den Ruhezustand versetzt, kann er den Leistungsbedarf des Sensors beeinflussen.

[0031] Figur 2 zeigt als zweite beispielhafte Ausführungsform einen ähnlich aufgebauten Ultraschall-Sensor. Gesteuert wird der Sensor von einem Mikrocontroller (206), dessen Programm sich in einem Programmspeicher (207) befindet. Er verwendet für seine Daten ein EEPROM (209) und ein RAM (208).

[0032] Der Mikrocontroller steuert den Ultraschallsender (203), der Ansteuersignale für den Schallwandler (214) liefert. Der Schallwandler (214) erzeugt dadurch Schallwellen, die ausgesendet und von einem reflektierenden Medium zurückgeworfen werden. Die empfangenen Signale wandelt der Schallwandler in elektrische Signale, die dem Empfänger (204) zugeführt werden. Dieser verstärkt und filtert das Signal, bevor es mittels A/D-Wandler (205) vom Mikrocontroller (206) erfaßt wird. Der Mikrocontroller (206) bestimmt daraus einen Meßwert, den er nach einer eventuellen Umwandlung über die Steuerleitung (16) an die Stromstufe, die davon abhängig einen Strom einstellt, oder an die digitale Schnittstelle weitergibt, die diesen über eine digitale

Kommunikation weiterleitet.

[0033] Eine erste bevorzugte Realisierung der erfindungsgemäßen Lösung für die Ausführungsbeispiele gemäß Figuren 1 und 2 ist in Figur 3 dargestellt. Sie dient zur Messung des Leistungsüberschusses, der für die Optimierung des Meßeinrichtungsbetriebs jeweils zur Verfügung steht, mittels einer Stromstufe (302). Die Meßeinrichtung in Figur 3 wird mit einer Stromschleife über die Anschlüsse (11) und (12) mit Strom versorgt.

[0034] Die Stromstufe (302) ist parallel zur restlichen Schaltung der Meßeinrichtung geschaltet. Die Stromstufe überwacht den Summenstrom über den Spannungsabfall an einem Widerstand (R301) und hält ihn konstant. Der Strom durch die Stromstufe wird so geregelt, daß der Summenstrom durch den Widerstand (R301) konstant bleibt und dem durch die Steuerleitung (16) vorgegebenen Wert entspricht.

[0035] Der Strom, der in die Klemmen der Meßeinrichtung fließt, teilt sich auf in einen Anteil, der in die Versorgungsleitung (14) fließt, und einen Anteil, der in die Stromstufe (302) fließt. Der Strom durch die Versorgungsleitung (14) wird von der Meßeinrichtung zum Arbeiten verwendet, der Strom durch die Stromstufe wird nicht für die Versorgung der Meßeinrichtung genutzt, er ist ein Maß für den aktuellen Leistungsüberschuß. Der Mikrocontroller mißt diesen Überschuß, in Figur 3 dargestellt als Spannungsmessung über einen Widerstand (R302), und stellt den Stromverbrauch des Sensors so ein, daß immer ein ausreichender, wenn auch möglichst kleiner Überschuß vorhanden ist. Verringert sich der Überschuß, werden Teile der Meßeinrichtung (z.B. der Sende- und Empfangsbereich, oder auch der gesamte Signalerzeugungs- und Verarbeitungsbereich) in einen stromsparenden Ruhezustand versetzt. Es ist möglich, bei entsprechender Verringerung des Überschusses eine zeitweise Aussetzung des Betriebes zu realisieren, wie im Stand der Technik (EP 0 687 375) beschrieben.

[0036] Dadurch, daß man immer einen kleinen Überschuß fließen läßt, hat die Stromstufe die Möglichkeit, kurzzeitige Schwankungen in der Leistungsbilanz auszugleichen, ohne daß es zu einem Defizit kommt. Schwankungen können z.B. eine kurzzeitig erhöhte Leistungsaufnahme oder eine Schwankung der Versorgungsspannung sein.

[0037] Eine exaktere Messung des Leistungsüberschusses ergibt sich, wenn man zusätzlich die Spannung an der Versorgungsleitung + (14) mit Hilfe der Meßleitung (19) mißt. Man erhält dann durch Multiplikation von Strom und Spannung direkt die überschüssige Leistung.

[0038] Figur 4 zeigt alternative Möglichkeiten, die Stromstufe (402) aufzubauen. Sie befindet sich hier in Reihe zu den Versorgungsleitungen (14, 15). Ihr ist eine Z-Diode (403) (alternativ eine elektronische Schaltung, die eine variable Stromaufnahme abhängig von der Spannung besitzt) nachgeschaltet. (Die elektronische Schaltung ist üblicherweise zu bevorzugen.) Wie oben, gemäß Figur 3, wird auch hier der Summenstrom der

kompletten Meßeinrichtung über einen Widerstand (R401) geführt und dementsprechend geregelt. Der Strom teilt sich nach der Stromstufe auf in einen Teil, der zur Versorgung der Meßeinrichtung verwendet wird (Versorgungsleitung + (14)) und einen überschüssigen Teil, der von der Z-Diode aufgenommen wird. Die Messung des Überschusses geschieht über den Spannungsabfall über einem Widerstand (R402), da der Strom durch (R402) ein Maß für den aktuellen Leistungsüberschuß ist.

[0039] Die Bestimmung des Leistungsüberschusses wird genauer, wenn man zusätzlich die Spannung an der Versorgungsleitung + (14) mit der Meßeinrichtung (18) mißt.

[0040] In Figur 13 ist eine gegenüber Figur 4 verbesserte Schaltung dargestellt. Eine Stromstufe (1302) ist in Reihe zu den Versorgungsleitungen geschaltet. Ihr ist eine Schaltung (1303) nachgeschaltet, die überschüssige Leistung aufnimmt. Dazu fühlt sie die Spannung an der Versorgungsleitung + (14) und mit Hilfe eine Leitung (1304) die Spannung vor der Stromstufe. Die Schaltung (1303) nimmt dabei genau so viel Strom auf, daß der Spannungsabfall über der Stromstufe (1302) zur Verringerung von Verlustleistung möglichst klein wird, aber groß genug bleibt, so daß die Stromstufe den Strom konstant halten kann, auch wenn Schwankungen der Versorgungsspannungen oder der Stromaufnahme des Sensors auftreten. Ein Maß für die überschüssige Leistung ergibt sich daher aus dem Strom durch die Schaltung (1303), der z.B. über den Spannungsabfall an (R1302) mit Hilfe der Meßeinrichtung (20) gemessen wird.

[0041] Die Bestimmung des Leistungsüberschusses wird genauer, wenn man zusätzlich die Spannung an der Versorgungsleitung + (14) mit der Meßeinrichtung (18) mißt.

[0042] In Figur 5 ist eine Stromstufe (502) vergleichbar zu der in Figur 3 gezeigt. Im Unterschied dazu wird hier der momentane Leistungsüberschuß nicht direkt gemessen. Über einen Widerstand (R502) wird der Strombedarf der Meßeinrichtung ermittelt. Aus der Differenz zwischen dem bekannten Strom, der in der Stromschleife fließt, und dem Strombedarf der Meßeinrichtung durch (R502) läßt sich ein Maß für den Überschuß ableiten. Auch hier kann die überschüssige Leistung genauer durch eine zusätzliche Messung der an der Versorgungsleitung + (14) zur Verfügung stehenden Spannung mittels Meßeinrichtung (19) ermittelt werden.

[0043] Figur 6 stellt eine Stromstufe (602) dar, ähnlich Figur 4. Im Unterschied zur Meßeinrichtung nach Figur 4 wird hier jedoch nicht direkt der Überschuß gemessen, sondern die Eingangsleistung an den Klemmen der Meßeinrichtung und die Leistungsaufnahme, die die Meßeinrichtung zur Versorgung benötigt, bestimmt. Die Eingangsleistung ergibt sich aus dem bekannten Strom, der in der Stromschleife fließt, und der über Meßeinrichtung (19) gemessenen Eingangsspannung. Die Leistungsaufnahme, die die Meßeinrichtung zur Versorgung benötigt, wird aus dem Strom durch (R602) und der über

Meßeinrichtung (18) gemessenen Spannung der Versorgung + (14) bestimmt. Die Differenz beider Leistungen ist ein Maß für den aktuell anstehenden Überschuß an Leistung.

[0044] Häufig ist der Leistungsverbrauch der Meßeinrichtung (101, 102) im wesentlichen bestimmt durch ein oder mehrere große Verbraucher. Erhält man eine Information über den Leistungsverbrauch dieser Komponenten, kann man eine Aussage über den Leistungsverbrauch der Meßeinrichtung machen, indem man z.B. für den unbekanntesten Leistungsverbrauch der anderen Komponenten einen Worst-Case-Wert annimmt. Zusätzlich wird die zur Verfügung stehende Leistung bestimmt, wie z.B. in den Figuren 3 bis 6 dargestellt und daraus der Leistungsüberschuß bestimmt. Anhand des Leistungsüberschusses bestimmt der Mikrocontroller, ob Teile der Meßeinrichtung in den besagten Ruhezustand versetzt werden müssen, um den Leistungsverbrauch der Meßeinrichtung zu steuern. Figur 7 zeigt hierfür als weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung einen Radar-Sensor, der mit Hilfe einer Meßeinrichtung (715) eine Aussage über die Leistungsaufnahme des Empfängers (704) erhält. Ob der Sensor hierbei mittels einer Stromschleife oder einer digitalen Kommunikation versorgt wird, ist unerheblich. Bei einem Ultraschall-Sensor oder einem Sensor mit am Seil geführtem Radar ist das gleiche Vorgehen durchführbar. Wichtig ist hierbei nur, einen oder mehrere Hauptverbraucher auszumachen, deren aktueller Leistungsbedarf bestimmt wird.

[0045] Es ist möglich, die oben beschriebenen Einrichtungen zu vereinfachen. Solche Ausführungsformen der Erfindung werden nun anhand Figuren 8 und 9 erläutert.

[0046] Für eine grobe Aussage, wieviel Überschuß momentan vorhanden ist, kann es ausreichen, nur die zur Verfügung stehende Leistung zu ermitteln. Diese läßt sich z.B. aus Eingangsstrom und Eingangsspannung bestimmen. Der Eingangsstrom ist bekannt, da er vom Mikrocontroller über die Steuerleitung (16) der Stromstufe vorgegeben wird, die Eingangsspannung wird, wie in den Figuren 8 und 9 gezeigt, mittels einer Meßeinrichtung (18) gemessen. Abhängig von der ermittelten zur Verfügung stehenden Leistung können nun die Ruhezustände der einzelnen Komponenten dazu verwendet werden, die aufgenommene Leistung des Sensors der zur Verfügung stehenden Leistung so anzupassen, daß immer ein gewisser Leistungsüberschuß bestehen bleibt.

[0047] Eine hierauf aufbauende Vereinfachung besteht darin, die Eingangsspannung nicht zu messen, die Meßeinrichtung (18) in den Figuren 8 und 9 ist dann nicht notwendig. Anhand des eingestellten Stromes, der nicht gemessen werden muß, da er vom Mikrocontroller über die Steuerleitung (16) der Stromstufe vorgegeben wird, kann man eine Aussage über die zur Verfügung stehende Leistung treffen. Bei maximalem Strom, z.B. 20 mA, steht selbst bei minimaler Spannung relativ viel Leistung

zur Verfügung, erst bei relativ kleinen Strömen, z.B. nahe 4 mA, kann wenig Leistung zur Verfügung stehen. Es reicht daher aus, die Steuerung der Ruhezustände nur abhängig vom eingestellten Strom auszurichten und die Dauer und Häufigkeit, mit der die Ruhezustände aktiviert werden, so einzustellen, daß auch bei minimaler Eingangsspannung und maximalem Leistungsverbrauch der einzelnen Komponenten die zur Verfügung stehende Leistung nicht überschritten wird.

[0048] Weitere erfindungsgemäß bevorzugte Vereinfachungen zeigen die Figuren 10 und 11. Hier wird nur der momentan benötigte Strom als Spannungsabfall über den Widerstand (R1002) mit Hilfe der Meßleitung (18) bzw. über (R1102) mit Hilfe der Meßleitung (20) gemessen. Der Mikrocontroller kann diesen Strom durch Steuerung der Ruhezustände so regeln, daß er immer unter dem aktuell zur Verfügung stehenden Strom bleibt.

Ausgehend von Figur 7 ist es möglich als weitere Vereinfachung nur den Leistungsbedarf eines oder mehrerer Hauptverbraucher zu bestimmen und davon abhängig die Ruhezustände der Komponenten zu steuern, ohne die zur Verfügung stehende Leistung zu bestimmen.

[0049] Bei Meßeinrichtungen mit Anschluß an eine digitale Kommunikation, z.B. einem Feldbus, stellen sich ähnliche Ansprüche an die Meßeinrichtung. Der Strom, den die Meßeinrichtung dem digitalen Bus entnehmen darf, muß konstant sein, er ist üblicherweise fest eingestellt. Auch hier gibt es die Notwendigkeit, die Leistungsaufnahme der Meßeinrichtung dem Leistungsangebot anzupassen. Die Art und Weise, wie dies zu realisieren ist, entspricht den bisherigen Ausführungen. Es ist lediglich zu beachten, daß der Strom durch die Stromstufe nicht vom Meßwert abhängt, sondern üblicherweise fest eingestellt ist.

[0050] Beispielhaft ist in Figur 12 ein Teil einer solchen Meßeinrichtung dargestellt. Die Stromstufe (1202) hält den Strom in Zeiten, wenn keine Kommunikation stattfindet, konstant. Zum Senden digitaler Signale erhält die digitale Schnittstelle (1203) über die Steuerleitung (16) vom Mikrocontroller Daten, die sie in modulierter Form an die Stromstufe weitergibt, welche den Strom entsprechend verändert. Die Art der Modulation hängt von den Spezifikationen der verwendeten digitalen Kommunikation ab. Daten werden empfangen, indem die Signale an der Versorgungsleitung + (14) oder an der Stromstufe (1202) von der digitalen Schnittstelle (1203) erkannt und demoduliert über die Steuerleitung (17) an den Mikrocontroller weitergeleitet werden. Die Messung des Überschusses wird, wie in Figur 3 bereits dargelegt, realisiert, indem der Spannungsabfall über (R1202) mit der Meßleitung (18) gemessen wird oder zusätzlich die Spannung an der Versorgungsleitung + (14) mit der Meßleitung (19). Genauso sind die anderen bisher beschriebenen Verfahren auf Meßeinrichtungen mit digitaler Kommunikation anwendbar.

Patentansprüche

1. Meßeinrichtung zur Messung einer Prozeßvariablen bei vorgegebener maximaler Leistungsaufnahme durch die Meßeinrichtung, insbesondere zum Anschluß an eine Stromschleife, wie etwa eine 4 - 20 mA Stromschleife, oder an eine digitale Kommunikation, mit einer Einrichtung zur Regelung des Meßbetriebs der Meßeinrichtung in Anpassung an die vorgegebene Leistungsaufnahme, bei welcher die Regelungseinrichtung (302, 402, 502, 602, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302; 403, 603, 903, 1103, 1203, 1303; 106, 206, 706) den Leistungsüberschuß, um den die vorgegebene Leistungsaufnahme der Meßeinrichtung (101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301) die Leistungsaufnahme für den Meßbetrieb der Meßeinrichtung (101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301) übersteigt, mißt oder vorausschätzt und den Meßbetrieb so regelt, daß diese Leistungsaufnahme der vorgegebenen Leistungsaufnahme angenähert wird, ohne daß die vorgegebene Leistungsaufnahme überschritten wird.
2. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, bei der die vorgegebene Leistungsaufnahme durch einen vorgegebenen Strom und/oder eine vorgegebene Versorgungsspannung bestimmt ist.
3. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, bei der die Regelungseinrichtung den Leistungsbedarf für den Meßbetrieb der Meßeinrichtung abhängig vom vorgegebenen Strom, von der Versorgungsspannung oder der aus beiden bestimmten Leistung einstellt.
4. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, bei der die Regelungseinrichtung den Leistungsbedarf für den Meßbetrieb der kompletten Meßeinrichtung bzw. wenigstens eines Hauptverbrauchers (704) der Meßeinrichtung (701) mißt oder vorausschätzt und den Meßbetrieb in Anspruch auf das Ergebnis regelt.
5. Meßeinrichtung nach Ansprüchen 1 - 4, bei der die Regelungseinrichtung den Meßbetrieb so regelt, daß der Leistungsüberschuß minimiert wird.
6. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5, zum Anschluß an eine Stromschleife (11, 12) mit einem Mikroprozessor (106, 206, 706), einem Programmspeicher (107, 207, 707), der ein Programm zur Ausführung durch den Mikroprozessor speichert, einem oder mehreren EEPROM- und/oder RAM-Bausteinen (108, 208, 708; 109, 209, 709), Schaltungselementen (103, 104; 203, 204; 703, 704), die einen Betriebsmodus und einen stromsparenden Ruhezustand besitzen, und einer vom

Mikroprozessor gesteuerten Stromstufe (302, 402, 502, 602, 802, 902, 1002, 1102, 1302), die die Größe eines in der Stromschleife fließenden Stromes derart regelt, daß sie auf vorgegebene Weise mit der Größe des Meßwertes der Prozeßvariablen korreliert, indem sie eine die Größe des Meßwertes übertreffende Überschußleistung in der Stromstufe in Verlustleistung umsetzt, wobei abhängig vom eingestellten Strom durch die Stromschleife und/oder abhängig von der Versorgungsspannung die Ausführung des Meßprogramms vom Mikroprozessor unterbrochen wird.

7. Meßeinrichtung nach Anspruch 6, bei der abhängig vom eingestellten Strom durch die Stromschleife und/oder von der Versorgungsspannung die Anzahl der Meßzyklen pro Zeitintervall vom Mikroprozessor eingestellt wird.

8. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5, zum Anschluß an eine Stromschleife (11,12) mit einem Mikroprozessor (106, 206, 706), einem Programmspeicher (107, 207, 707), der ein Programm zur Ausführung durch den Mikroprozessor speichert, einem oder mehreren EEPROM- und/oder RAM-Bausteinen (108, 208, 708; 109, 209, 709), Schaltungselementen (103, 104; 203, 204; 703, 704), die einen Betriebsmodus und einen stromsparenden Ruhezustand besitzen, und einer vom Mikroprozessor gesteuerten Stromstufe (302, 402, 502, 1302), die den in der Stromschleife fließenden Stromes derart regelt, daß er auf bestimmte vorgegebene Weise mit dem Meßwert der Prozeßvariablen korreliert, indem sie eine Überschußleistung in der Stromstufe in Verlustleistung umsetzt, wobei die in der Stromstufe (302, 402, 502, 1302) in Verlustleistung umgesetzte Überschußleistung gemessen wird und, falls diese Überschußleistung über einem bestimmten vorgegebenen Wert liegt, die Anzahl der Meßzyklen pro Zeitintervall vom Mikroprozessor erhöht wird, und, falls die Überschußleistung unter einem bestimmten vorgegebenen Wert liegt, die Anzahl der Meßzyklen pro Zeitintervall vom Mikroprozessor erniedrigt wird.

9. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5, zum Anschluß an eine digitale Kommunikation (8,9) mit einem Mikroprozessor (106, 206, 706), einem Programmspeicher (107, 207, 707), der ein Programm zur Ausführung durch den Mikroprozessor speichert, einem oder mehreren EEPROM- und/oder RAM-Bausteinen (108, 208, 708; 109, 209, 709), Schaltungselementen (103,104; 203, 204; 703, 704), die einen Betriebsmodus und einen stromsparenden Ruhezustand besitzen, und einer vom Mikroprozessor gesteuerten Stromstufe (1202), wobei abhängig von der Versorgungsspannung die Ausführung des Meßprogramms vom Mi-

kroprozessor unterbrochen wird.

10. Meßeinrichtung nach Anspruch 9, bei der abhängig von der Versorgungsspannung die Anzahl der Meßzyklen pro Zeitintervall vom Mikroprozessor eingestellt wird.

11. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5, zum Anschluß an eine digitale Kommunikation (8,9), mit einem Mikroprozessor (106, 206, 706), einem Programmspeicher (107, 207, 707), der ein Programm zur Ausführung durch den Mikroprozessor speichert, einem oder mehreren EEPROM- und/oder RAM-Bausteinen (108, 208, 708; 109, 209, 709), Schaltungselementen (103, 104; 203, 204; 703, 704), die einen Betriebsmodus und einen stromsparenden Ruhezustand besitzen, und einer vom Mikroprozessor gesteuerten Stromstufe (1202), die eine Überschußleistung in der Stromstufe in Verlustleistung umsetzt, wobei die in der Stromstufe (1202) in Verlustleistung umgesetzte Überschußleistung gemessen wird und, falls diese Überschußleistung über einem bestimmten vorgegebenen Wert liegt, die Anzahl der Meßzyklen pro Zeitintervall vom Mikroprozessor erhöht wird, und, falls die Überschußleistung unter einem bestimmten vorgegebenen Wert liegt, die Anzahl der Meßzyklen pro Zeitintervall vom Mikroprozessor erniedrigt wird.

Claims

1. A measuring device for measuring a process variable with a pre-set maximum power consumption by the measuring device, in particular for connexion to a current loop, such as for example a 4 to 20 mA current loop, or to a digital communication, with a device for regulating the measuring operation of the measuring device in conformity with the pre-set power consumption, in which the regulating device (302, 402, 502, 602, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302; 403, 603, 903, 1103, 1203, 1303; 106, 206, 706) measures or predicts the power excess by which the pre-set power consumption of the measuring device (101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301) exceeds the power consumption for the measuring operation of the measuring device (101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301), and regulates the measuring operation in such a way that the latter power consumption is approximated to the pre-set power consumption, without the pre-set power consumption being exceeded.
2. A measuring device according to Claim 1, in which the pre-set power consumption is determined by a pre-set current and/or by a pre-set supply voltage.

3. A measuring device according to Claim 1, in which the regulating device sets the power requirement for the measuring operation of the measuring device in a manner dependent upon the pre-set current, upon the supply voltage or the power determined from both. 5
4. A measuring device according to Claim 1, in which the regulating device measures or predicts the power requirement for the measuring operation of the complete measuring device or at least one main consumer device (704) of the measuring device (701) and regulates the measuring operation with a view to the result. 10
5. A measuring device according to Claims 1 to 4, in which the regulating device regulates the measuring operation in such a way that the power excess is minimized. 15
6. A measuring device according to one of Claims 1 to 5, for connexion to a current loop (11, 12) with a microprocessor (106, 206, 706), a program memory (107, 207, 707) which stores a program to be carried out by the microprocessor, one or more EEPROM and/or RAM modules (108, 208, 708; 109, 209, 709), circuit elements (103, 104; 203, 204; 703, 704) which have an operating mode and a current-saving state of rest, and a current step (302, 402, 502, 602, 802, 902, 1002, 1102, 1302) which is controlled by the microprocessor and which regulates the magnitude of a current flowing in the current loop in such a way that the said magnitude correlates in a pre-set manner with the magnitude of the measurement figure of the process variable, in that it converts excess power exceeding the magnitude of the measurement figure in the current step into loss power, wherein the performance of the measurement program is interrupted by the microprocessor in a manner dependent upon the set current through the current loop and/or in a manner dependent upon the supply voltage. 30
7. A measuring device according to Claim 6, in which the number of measurement cycles *per* time interval is set by the microprocessor in a manner dependent upon the set current through the current loop and/or upon the supply voltage. 45
8. A measuring device according to one of Claims 1 to 5, for connexion to a current loop (11, 12) with a microprocessor (106, 206, 706), a program memory (107, 207, 707) which stores a program to be carried out by the microprocessor, one or more EEPROM and/or RAM modules (108, 208, 708; 109, 209, 709), circuit elements (103, 104; 203, 204; 703, 704) which have an operating mode and a current-saving state of rest, and a current step (302, 402, 502, 1302) which is controlled by the microprocessor and which regulates the current flowing in the current loop in such a way that the said current correlates in a specified pre-set manner with the measurement figure of the process variable, in that it converts excess power in the current step into loss power, wherein the excess power converted in the current step (302, 402, 502, 1302) into loss power is measured and, if the said excess power is above a specified pre-set figure, the number of measurement cycles *per* time interval is increased by the microprocessor and, if the excess power is below a specified pre-set figure, the number of measurement cycles *per* time interval is decreased by the microprocessor. 55
9. A measuring device according to one of Claims 1 to 5, for connexion to a digital communication (8, 9) with a microprocessor (106, 206, 706), a program memory (107, 207, 707) which stores a program to be carried out by the microprocessor, one or more EEPROM and/or RAM modules (108, 208, 708; 109, 209, 709), circuit elements (103, 104; 203, 204; 703, 704) which have an operating mode and a current-saving state of rest, and a current step (1202) which is controlled by the microprocessor, wherein the performance of the measurement program is interrupted by the microprocessor in a manner dependent upon the supply voltage. 20
10. A measuring device according to Claim 9, in which the number of measurement cycles *per* time interval is set by the microprocessor in a manner dependent upon the supply voltage. 35
11. A measuring device according to one of Claims 1 to 5, for connexion to a digital communication (8, 9) with a microprocessor (106, 206, 706), a program memory (107, 207, 707) which stores a program to be carried out by the microprocessor, one or more EEPROM and/or RAM modules (108, 208, 708; 109, 209, 709), circuit elements (103, 104; 203, 204; 703, 704) which have an operating mode and a current-saving state of rest, and a current step (1202) which is controlled by the microprocessor and which converts excess power in the current step into loss power, wherein the excess power converted in the current step (1202) into loss power is measured and, if the said excess power is above a specified pre-set figure, the number of measurement cycles *per* time interval is increased by the microprocessor and, if the excess power is below a specified pre-set figure, the number of measurement cycles *per* time interval is decreased by the microprocessor. 40

Revendications

1. Dispositif de mesure pour mesurer une variable de procédé pour une consommation de puissance maximale au moyen du dispositif de mesure, notamment pour une connexion à une boucle de courant, comme par exemple, une boucle de courant 4 à 20 mA, ou à une communication numérique, avec un dispositif pour régler le fonctionnement de mesure du dispositif de mesure en l'adaptant à la consommation de puissance prédéterminée, pour laquelle puissance le dispositif de réglage (302, 402, 502, 602, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302 ; 403, 603, 903, 1103, 1203, 1303 ; 106, 206, 706) mesure ou évalue préalablement le surplus en puissance à hauteur duquel la consommation de puissance prédéterminée du dispositif de mesure (101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301) dépasse la consommation de puissance pour le fonctionnement de mesure du dispositif de mesure (101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301) et règle le fonctionnement de mesure de manière à ce que cette consommation de puissance soit rapprochée de la consommation de puissance prédéterminée sans que la consommation de puissance prédéterminée soit dépassée.

5
10
15
20
25
2. Dispositif de mesure selon la revendication 1 dans lequel la consommation de puissance est déterminée au moyen d'un courant prédéterminé et / ou une tension d'alimentation prédéterminée.

30
3. Dispositif de mesure selon la revendication 1 dans lequel le dispositif de réglage règle le besoin en puissance pour le fonctionnement de mesure du dispositif de mesure en fonction du courant prédéterminé en fonction du courant prédéterminé, de la tension d'alimentation ou de la puissance déterminée à partir de ces deux données.

35
40
4. Dispositif de mesure selon la revendication 1 dans lequel le dispositif de réglage mesure ou évalue préalablement le besoin en puissance pour le fonctionnement de mesure du dispositif de mesure complet ou au moins d'un consommateur principal (704) du dispositif de mesure (701) et règle le fonctionnement de mesure en vue du résultat.

45
5. Dispositif de mesure selon les revendications 1 à 4 dans lequel le dispositif de réglage règle le fonctionnement de mesure de manière à ce que le surplus en puissance soit minimisé.

50
6. Dispositif de mesure selon une des revendications 1 à 5, pour la connexion à une boucle de courant (11, 12) avec un microprocesseur (106, 206, 706), une mémoire de programme (107, 207, 707) qui mémorise un programme pour le fonctionnement au moyen d'un microprocesseur, un ou plusieurs éléments EEPROM et / ou RAM (108, 208, 708 ; 109, 209, 709), des éléments de circuit (103, 104 ; 203, 204 ; 703, 704) qui possèdent un mode de fonctionnement et un état de repos économisant du courant, et un étage de courant (302, 402, 502, 602, 802, 902, 1002, 1102, 1302) commandé par un microprocesseur, lequel étage règle la grandeur d'un courant traversant la boucle de courant de manière à ce que cette grandeur soit corrélée de façon prédéterminée avec la grandeur de la valeur de mesure de la variable de procédé en ce que cette grandeur transforme dans l'étage de courant, une puissance en surplus dépassant la grandeur de la valeur de mesure, en puissance de perte ; la puissance en surplus transformée dans l'étage de courant (302, 402, 502, 1302) en puissance de perte étant mesurée et, si cette puissance en surplus est au dessus d'une certaine valeur prédéterminée, le nombre de cycles de mesure par intervalle de temps est augmenté par le microprocesseur ; si cette puissance en surplus est en dessous d'une certaine valeur prédéterminée, le nombre de cycles de mesure par intervalle de temps est diminué.

55
7. Dispositif de mesure selon la revendication 6, dans lequel le nombre de cycles de mesure par intervalle de temps est réglé par le microprocesseur en fonction du courant réglé passant à travers la boucle de courant et / ou en fonction de la tension d'alimentation.

5
8. Dispositif de mesure selon une des revendications 1 à 5 pour la connexion à une boucle de courant (11, 12) avec un microprocesseur (106, 206, 706), une mémoire de programme (107, 207, 707) qui mémorise un programme pour le fonctionnement au moyen d'un microprocesseur, un ou plusieurs éléments EEPROM et / ou RAM (108, 208, 708 ; 109, 209, 709), des éléments de circuit (103, 104 ; 203, 204 ; 703, 704) qui possèdent un mode de fonctionnement et un état de repos économisant du courant, et un étage de courant (302, 402, 502, 602, 802, 902, 1002, 1102, 1302) commandé par un microprocesseur, lequel étage règle la grandeur d'un courant traversant la boucle de courant de manière à ce que cette grandeur soit corrélée de façon prédéterminée avec la grandeur de la valeur de mesure de la variable de procédé en ce que cette grandeur transforme dans l'étage de courant, une puissance en surplus dépassant la grandeur de la valeur de mesure, en puissance de perte ; la puissance en surplus transformée dans l'étage de courant (302, 402, 502, 1302) en puissance de perte étant mesurée et, si cette puissance en surplus est au dessus d'une certaine valeur prédéterminée, le nombre de cycles de mesure par intervalle de temps est augmenté par le microprocesseur ; si cette puissance en surplus est en dessous d'une certaine valeur prédéterminée, le nombre de cycles de mesure par intervalle de temps est diminué.

5

9. Dispositif de mesure selon une des revendications 1 à 5 pour la connexion à une boucle de courant (11, 12) avec un microprocesseur (106, 206, 706), une mémoire de programme (107, 207, 707) qui mémorise un programme pour le fonctionnement au moyen d'un microprocesseur, un ou plusieurs éléments EEPROM et / ou RAM (108, 208, 708 ; 109, 209, 709), des éléments de circuit (103, 104 ; 203, 204 ; 703, 704) qui possèdent un mode de fonctionnement et un état de repos économisant du courant et un étage de courant (302, 402, 502, 602, 802, 902, 1002, 1102, 1302) commandé par un microprocesseur ; la réalisation du programme de mesure étant interrompue par le microprocesseur en fonction de la tension d'alimentation. 5
10
10. Dispositif de mesure selon la revendication 6, dans lequel le nombre de cycles de mesure par intervalle de temps est réglé par le microprocesseur en fonction de la tension d'alimentation. 15
20
11. Dispositif de mesure selon une des revendications 1 à 5 pour la connexion à une boucle de courant (11, 12) avec un microprocesseur (106, 206, 706), une mémoire de programme (107, 207, 707) qui mémorise un programme pour le fonctionnement au moyen d'un microprocesseur, un ou plusieurs éléments EEPROM et / ou RAM (108, 208, 708 ; 109, 209, 709), des éléments de circuit (103, 104 ; 203, 204 ; 703, 704) qui possèdent un mode de fonctionnement et un état de repos économisant du courant ainsi qu' un étage de courant (1202) commandé par le microprocesseur qui transforme une puissance en surplus en puissance de perte ; la puissance en surplus transformée dans l'étage de courant (1202) en puissance de perte étant mesurée ; si cette puissance en surplus est au dessus d'une certaine valeur prédéterminée, le nombre de cycles de mesure par intervalle de temps est augmenté par le microprocesseur ; si cette puissance en surplus est en dessous d'une certaine valeur prédéterminée, le nombre de cycles de mesure par intervalle de temps est diminué. 25
30
35
40

45

50

55

Fig.1

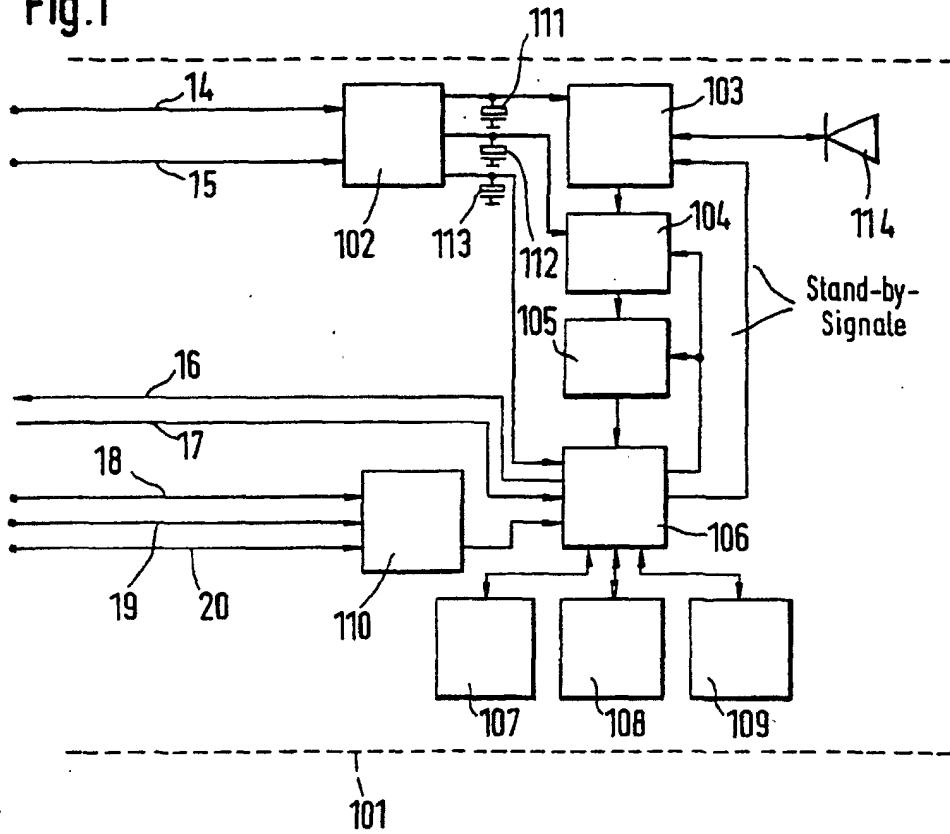


Fig.2

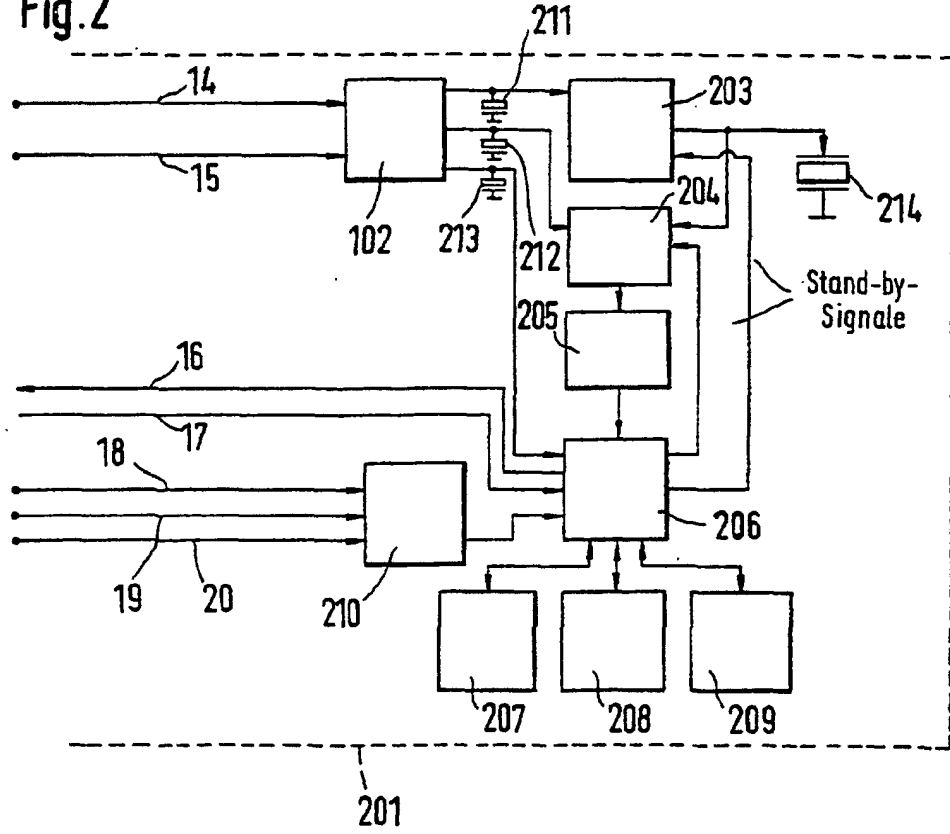


Fig.3

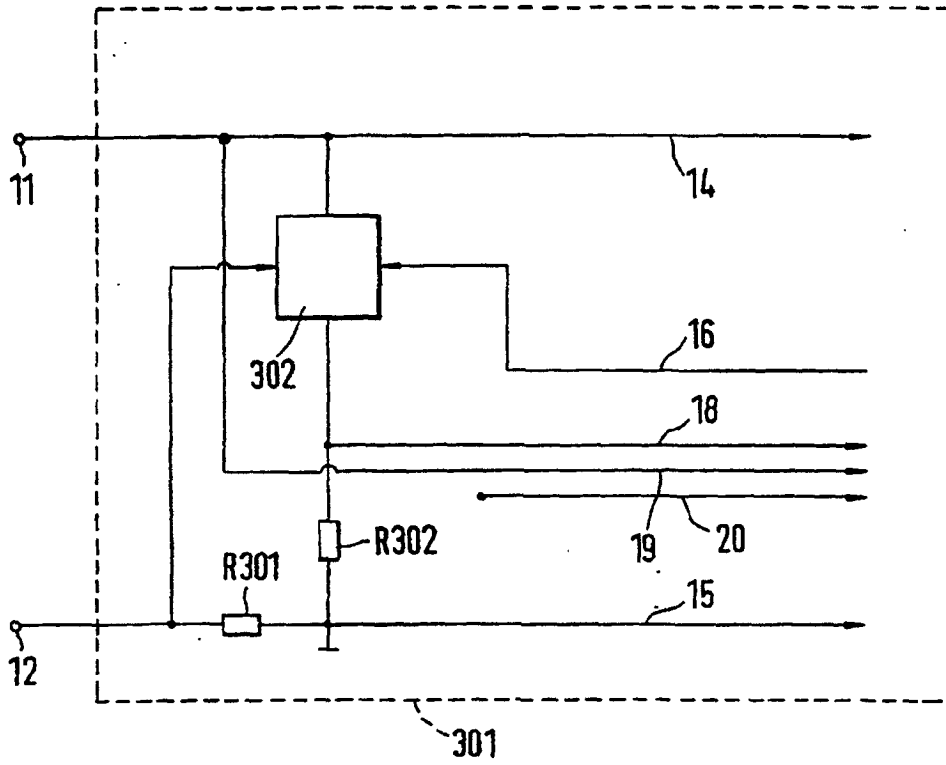


Fig.4

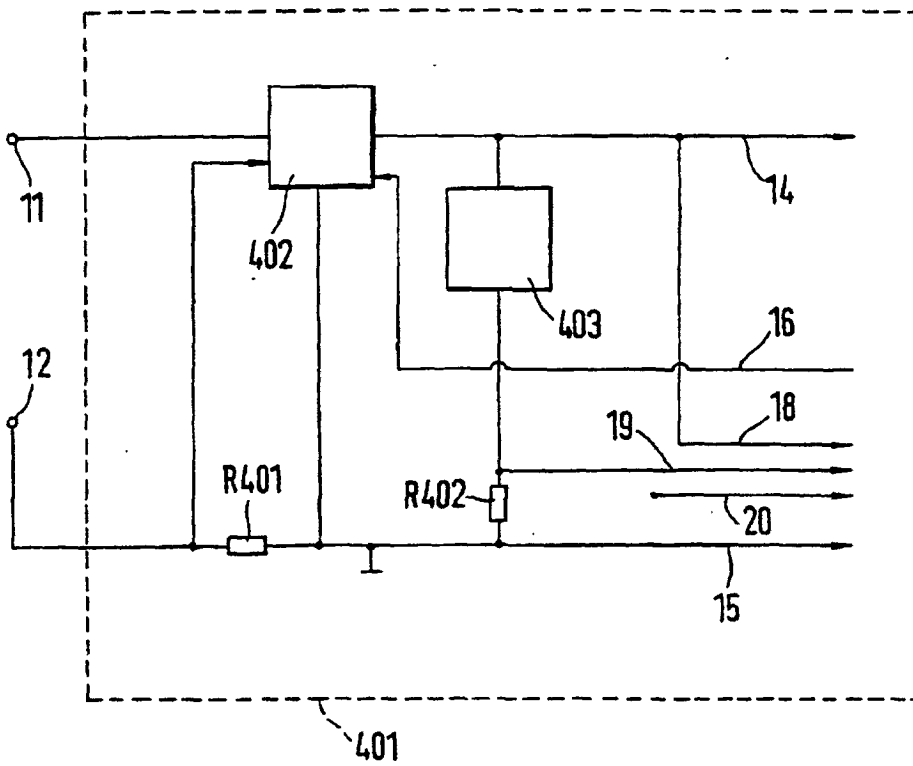


Fig.5

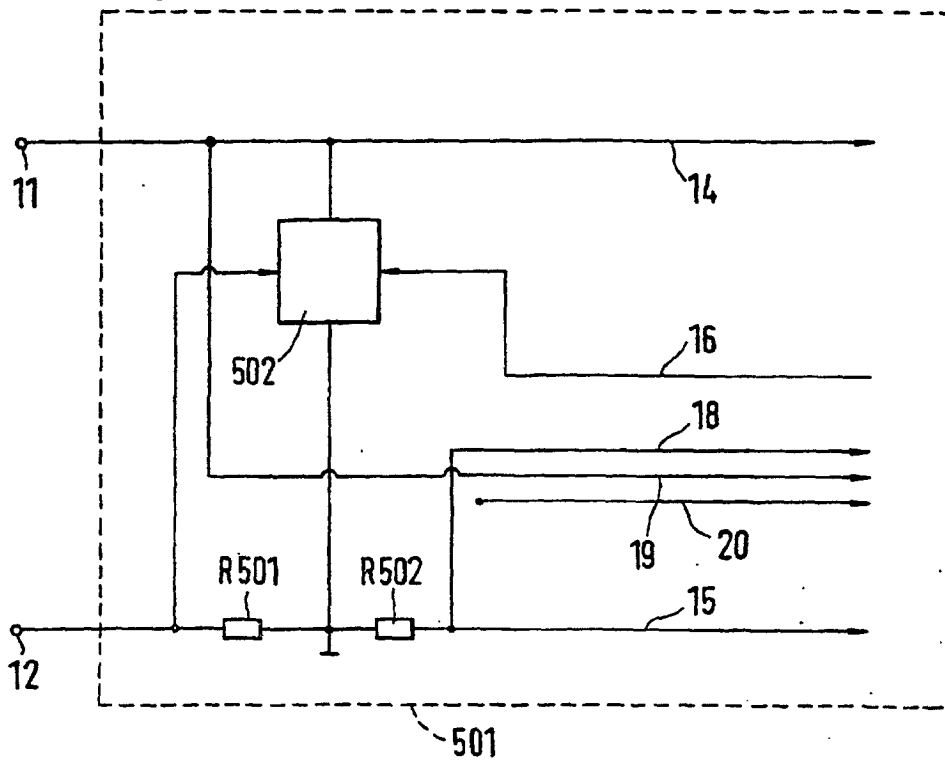


Fig.6

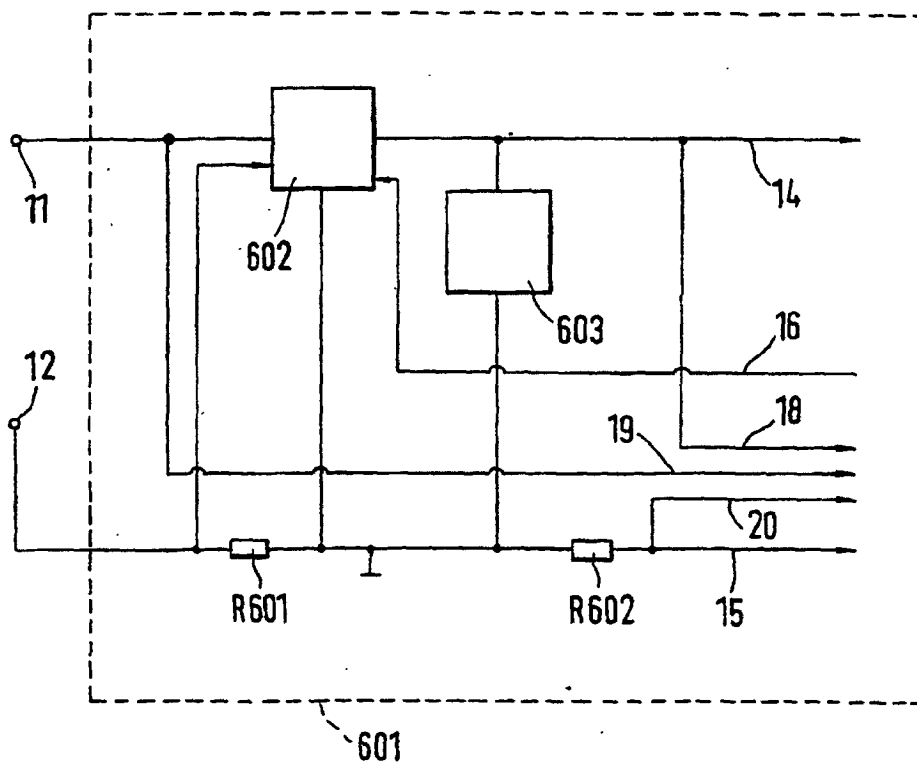


Fig.7

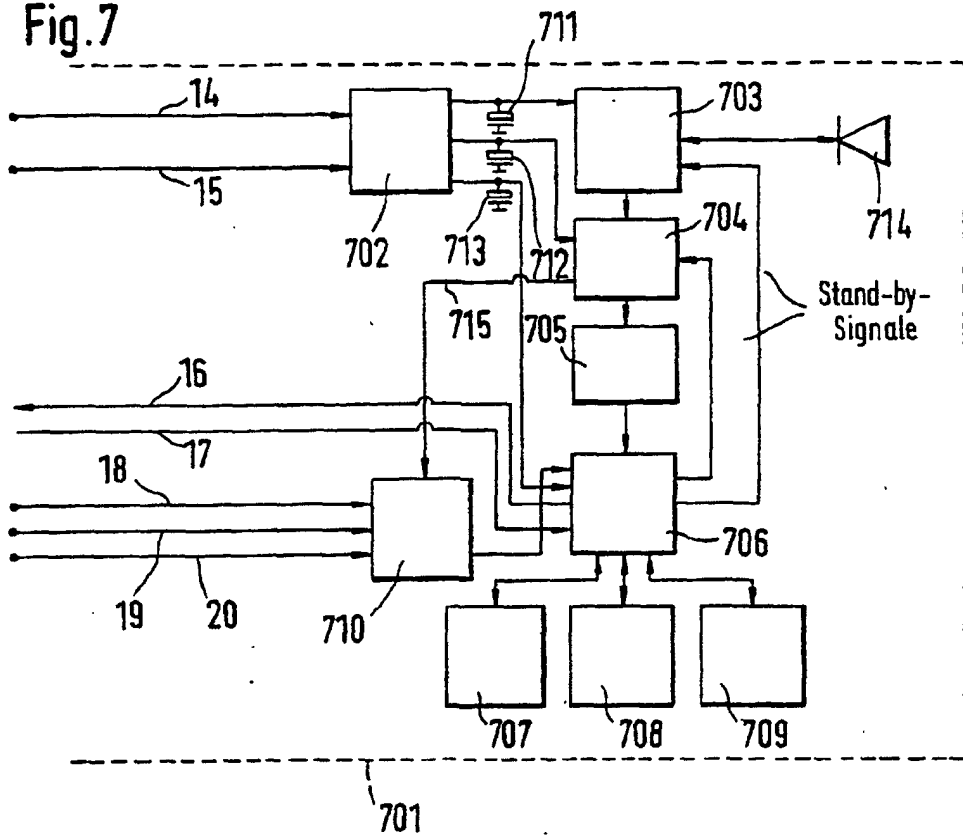


Fig.8

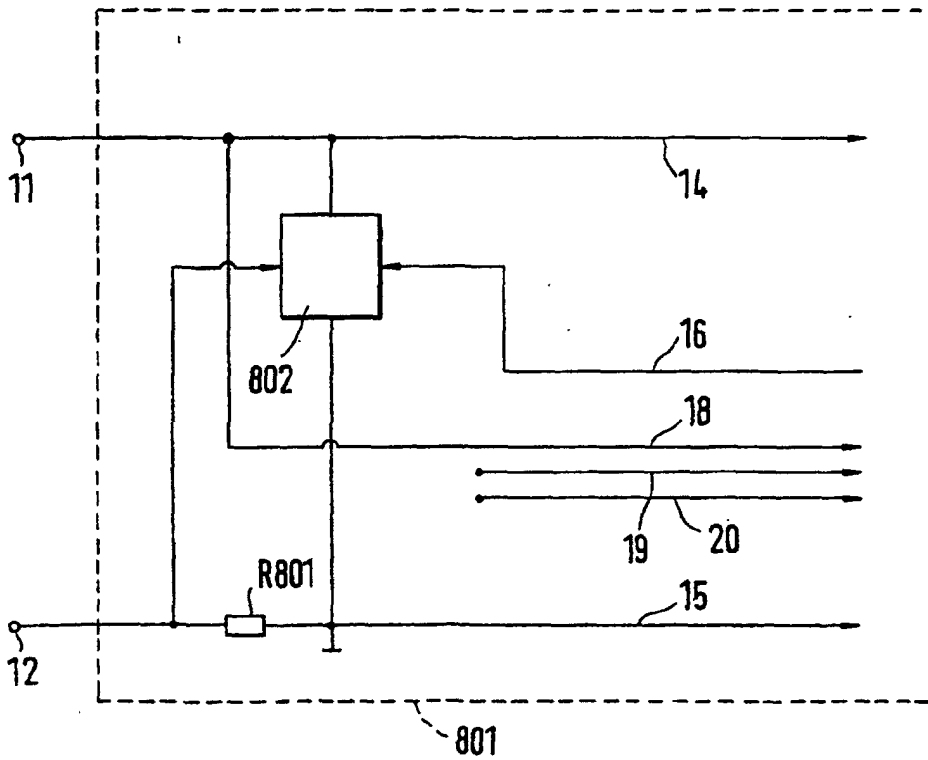


Fig.9

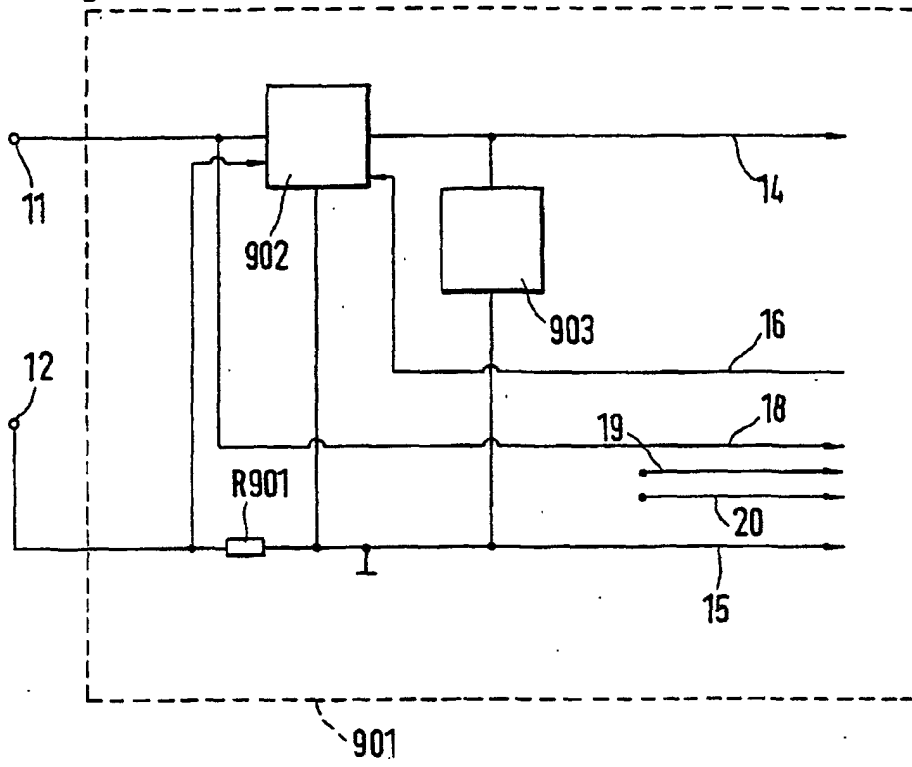


Fig.10

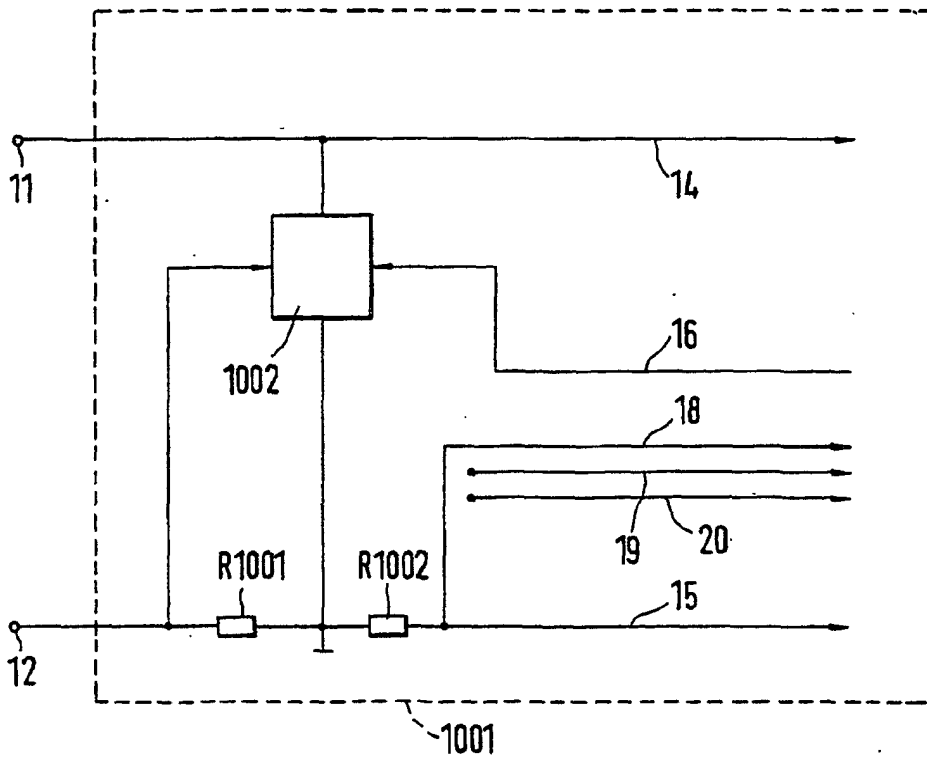


Fig.11

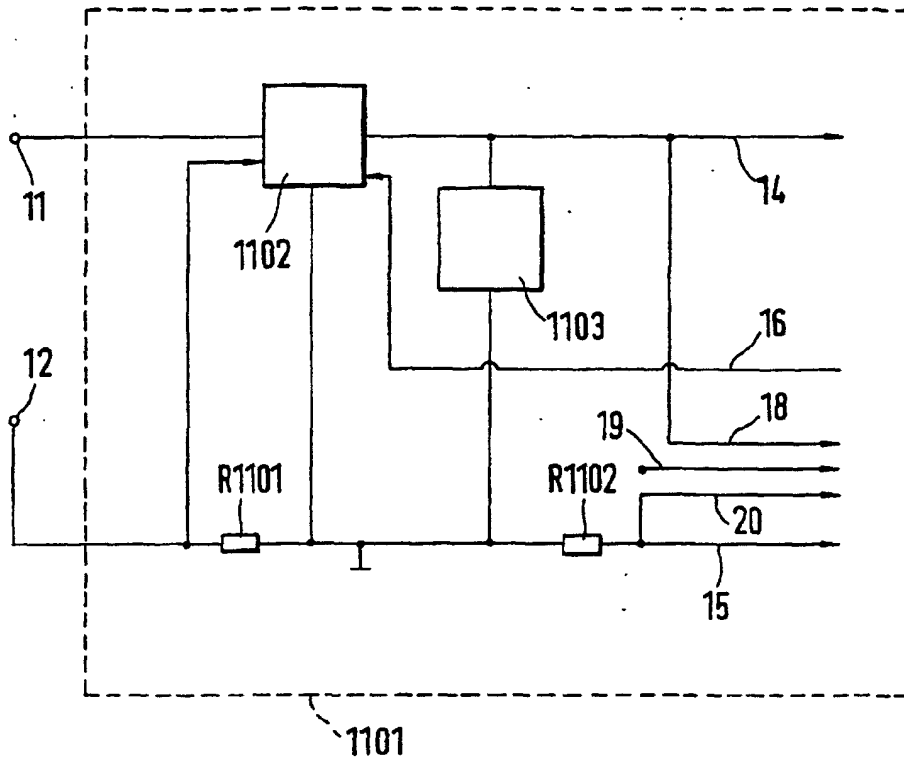


Fig.12

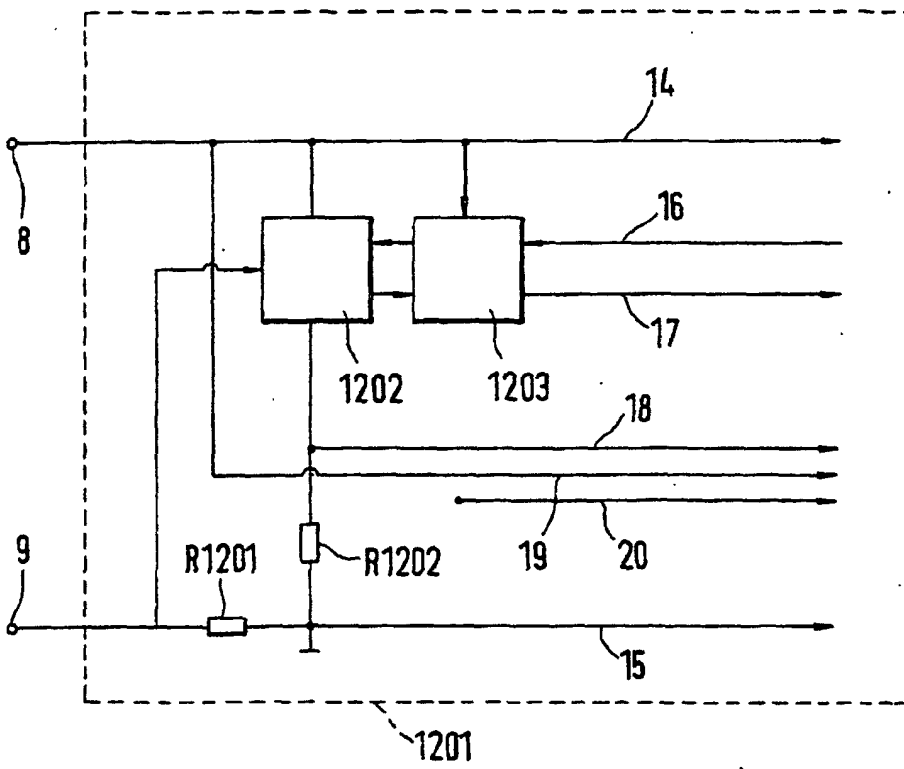


Fig.13

