

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Messeinrichtung zur Messung einer industriellen Prozessvariablen bei vorgegebener maximaler Leistungsaufnahme durch die Messeinrichtung. Speziell 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. UP:ps

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] Diese Messtechnik erweist sich als weitgehend stör-unempfindlich und hat große Verbreitung in industrieller Anwendung erfahren.

[0006] 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.

[0007] 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.

Stand der Technik

[0008] 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.

[0009] Dies führt jedoch, neben anderen Problemen, zu wiederholter Ausgabe falscher Messwerte, was nicht akzeptabel ist.

Darstellung der Erfindung

[0010] 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.

[0011] Dabei soll möglichst genau so viel 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.

[0012] Beim digital kommunizierenden Sensor entspricht beispielsweise der Wert des konstant aufgenommenen Stroms den allgemeinen Vorgaben im Zusammenhang mit dem benutzten Kommunikationsprotokoll.

[0013] Zur Lösung der Aufgabe dienen erfindungsgemäß die in den unabhängigen Ansprüchen definierten Merkmalskombinationen.

[0014] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0015] Grundsätzlich wird in den am meisten bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung die gewünschte Anpassung der zur Durchführung der Messaufgabe aufgenommenen Leistung an die zur Verfü-

gung 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 anzunähern, 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.)

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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 betrieben und sind daher den erfindungsgemäß zu überwindenden

Schwierigkeiten ausgesetzt.

[0021] 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 Leistungs-Überschuss 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.

[0022] Eine solche Stromstufe bietet verschiedene Möglichkeiten zur Messung des Leistungsüberschusses, wie im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen noch beschrieben werden wird.

[0023] Hierzu kann der momentane Leistungs-Überschuss 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] Der Anschluss der Messeinrichtung an eine digitale Kommunikation, oder eine damit verbundene Stromschleife, ermöglicht völlig analoge Maßnahmen zur Erreichung der gleichen Vorteile.

50 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] 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.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

[0028] 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.

[0029] Figur 1 zeigt einen Teil eines solchen Radar-Sensors 101. Dargestellt ist der gattungsgemäße Teil, der unabhängig davon ist, wie der gemessene Wert weitergegeben ist.

[0030] Zur Energieversorgung des Sensors 101 dient ein Netzteil 102, das mit Versorgungsleitungen 14 und 15 mit einer Stromstufe verbunden ist.

[0031] 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.

[0032] Durch Ändern der Dauer und Häufigkeit, mit der der Mikrocontroller die einzelnen Komponenten in den Ruhezustand versetzt, kann er den Leistungsbedarf des Sensors beeinflussen.

[0033] Figur 2 zeigt als zweite beispielhafte Ausführungsform einen ähnlich aufgebauten Ultraschall-Sensor.

[0034] Zur Energieversorgung des Sensors 201 dient ein Netzteil 202, das mit Versorgungsleitungen 14 und 15 mit einer Stromstufe verbunden ist.

[0035] Gesteuert wird der Sensor von einem Mikrocontroller 206, dessen Programm sich in einem Pro-

grammspeicher 207 befindet. Er verwendet für seine Daten ein EEPROM 209 und ein RAM 208.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] Die Stromstufe 302 ist bei 11 und 12 mit einer Stromschleife 4 - 20 mA verbunden.

[0039] 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.

[0040] 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 Leistungs-Überschuss. 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] 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 Leistungs-Überschuss ist.

[0044] Die Bestimmung des Leistungsüberschusses wird genauer, wenn man zusätzlich die Spannung an der Versorgungsleitung + 14 mit der Messleitung 18 misst.

[0045] 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 führt 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 Messleitung 20 gemessen wird.

[0046] Die Bestimmung des Leistungsüberschusses wird genauer, wenn man zusätzlich die Spannung an der Versorgungsleitung + 14 mit der Messleitung 18 misst.

[0047] In Figur 5 ist eine Stromstufe 502 vergleichbar zu der in Figur 3 gezeigt. Im Unterschied dazu wird hier der momentane Leistungs-Überschuss 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 Messleitung 19 ermittelt werden.

[0048] 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 Messleitung 19 gemessenen Eingangsspannung. Die Leistungsaufnahme, die die Messeinrichtung zur Versorgung benötigt, wird aus dem Strom durch R602 und der über Messleitung 18 gemessenen Spannung der Versorgung + 14 bestimmt. Die Differenz beider Leistungen ist ein Maß für den aktuell anstehenden Überschuss an Leistung.

[0049] 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 unbekannten 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 Leistungs-Überschuss 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 Messleitung 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 Ultraschallsensor 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.

[0050] Es ist möglich, die oben beschriebenen Einrichtungen zu vereinfachen. Solche Ausführungsformen der Erfindung werden nun anhand Figuren 8 und 9 erläutert.

[0051] Für eine grobe Aussage, wie viel 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

Messleitung 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 Leistungs-Überschuss bestehen bleibt.

[0052] Eine hierauf aufbauende Vereinfachung besteht darin, die Eingangsspannung nicht zu messen, die Messleitung 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.

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] 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

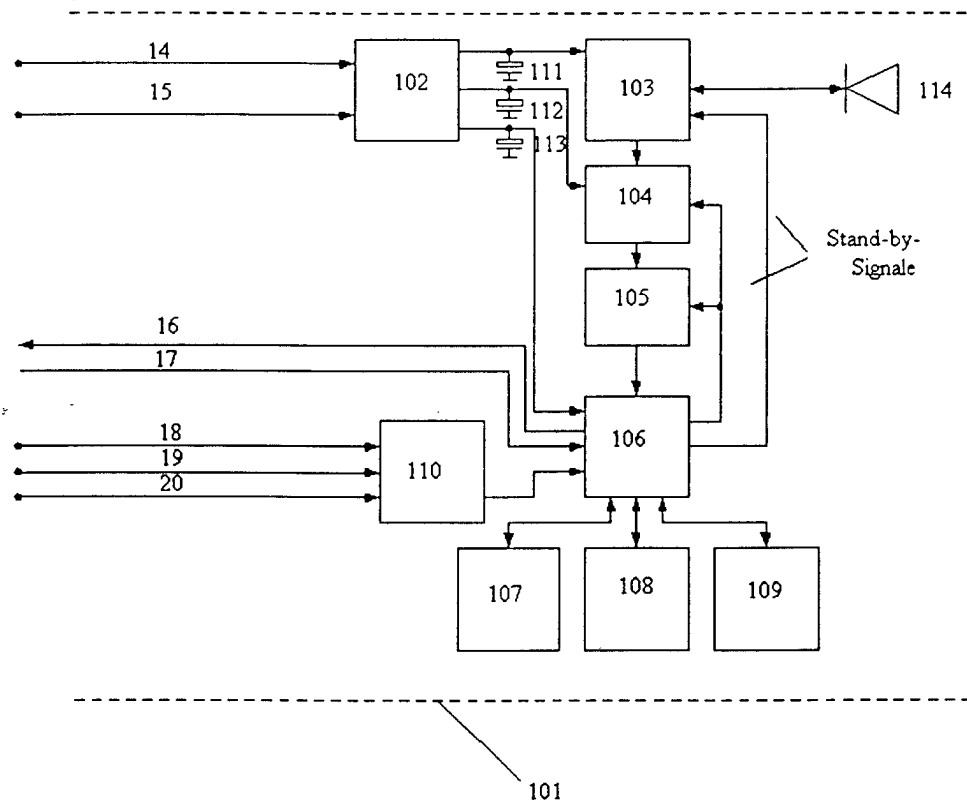
Form an die Stromstufe weitergibt, welche den Strom entsprechend verändert. Die Art der Modulation hängt von den Spezifikationen der verwendeten digitalen Kommunikation ab. Daten werden empfangen, indem die Signale an der Versorgungsleitung + 14 oder an der Stromstufe 1202 von der digitalen Schnittstelle 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

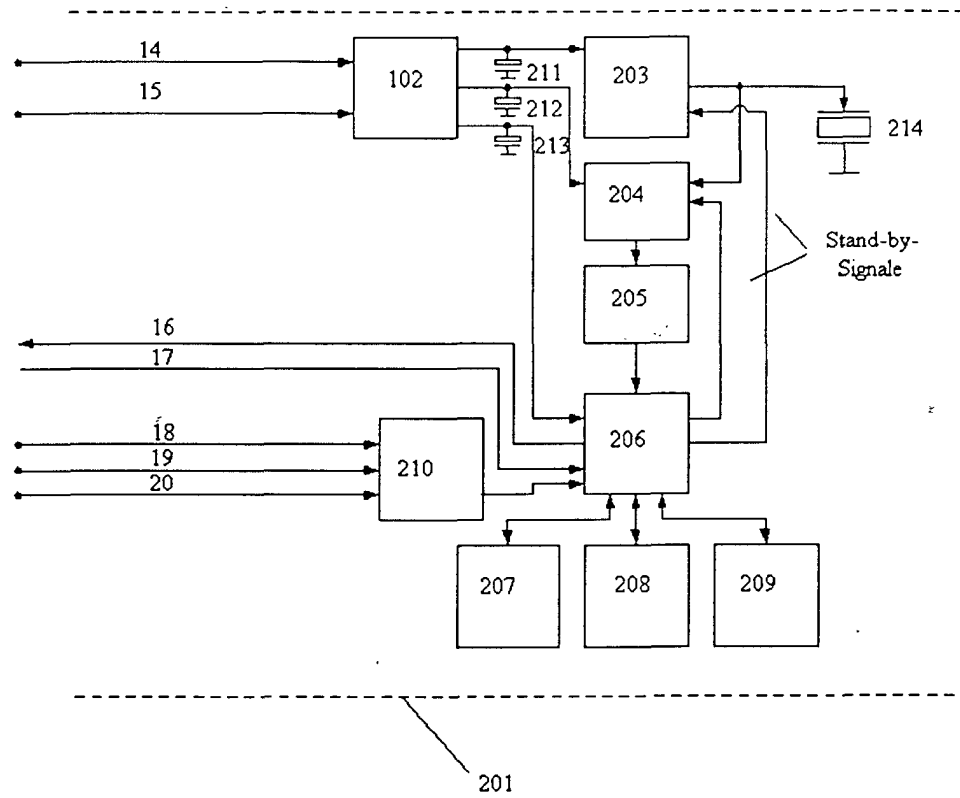
1. Messeinrichtung zur Messung einer Prozessvariablen bei vorgegebener maximaler Leistungsaufnahme durch die Messeinrichtung, insbesondere zum Anschluss an eine Stromschleife, wie etwa eine 4 - 20 mA Stromschleife, oder an eine digitale Kommunikation, mit Einrichtungen zur Regelung des Messbetriebs der Messeinrichtung in Anpassung an die vorgegebene Leistungsaufnahme, bei welcher die Regelungseinrichtungen (302, 402, 502, 602, 802, 902, 1002, 1102, 1202, 1302; 403, 603, 903, 1103, 1203, 1303; 106, 206, 706) die Leistungsaufnahme durch den Messbetrieb der Messeinrichtung (101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, 901, 1001, 1101, 1201, 1301) so regeln, 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 Leistungs-Überschuss misst oder vorausschätzt, um den die vorgegebene Leistungsaufnahme der Messeinrichtung die Leistungsaufnahme für den Messbetrieb übersteigt, und den Messbetrieb so regelt, dass der Leistungs-Überschuss minimiert wird. 5
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. 10
15
20
25
30
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. 35
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 die Größe eines in der Stromschleife fließenden Stromes derart regelt, dass sie auf bestimmte 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 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. 40
45
50
55
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 Mikroprozessor 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.

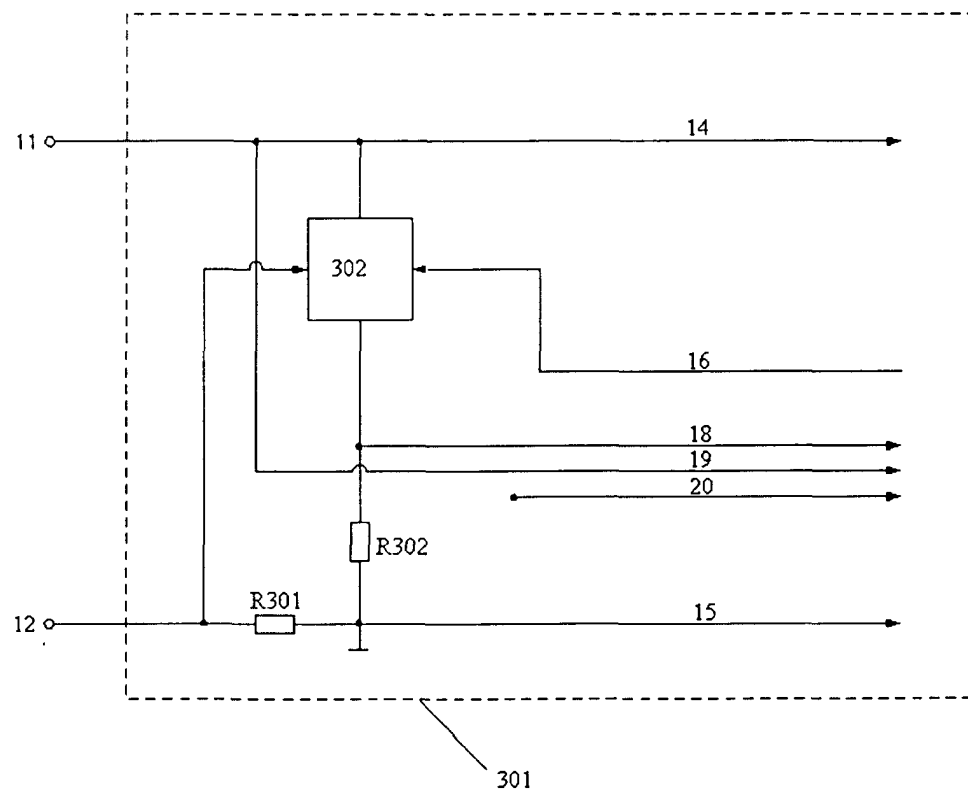
Figur 1



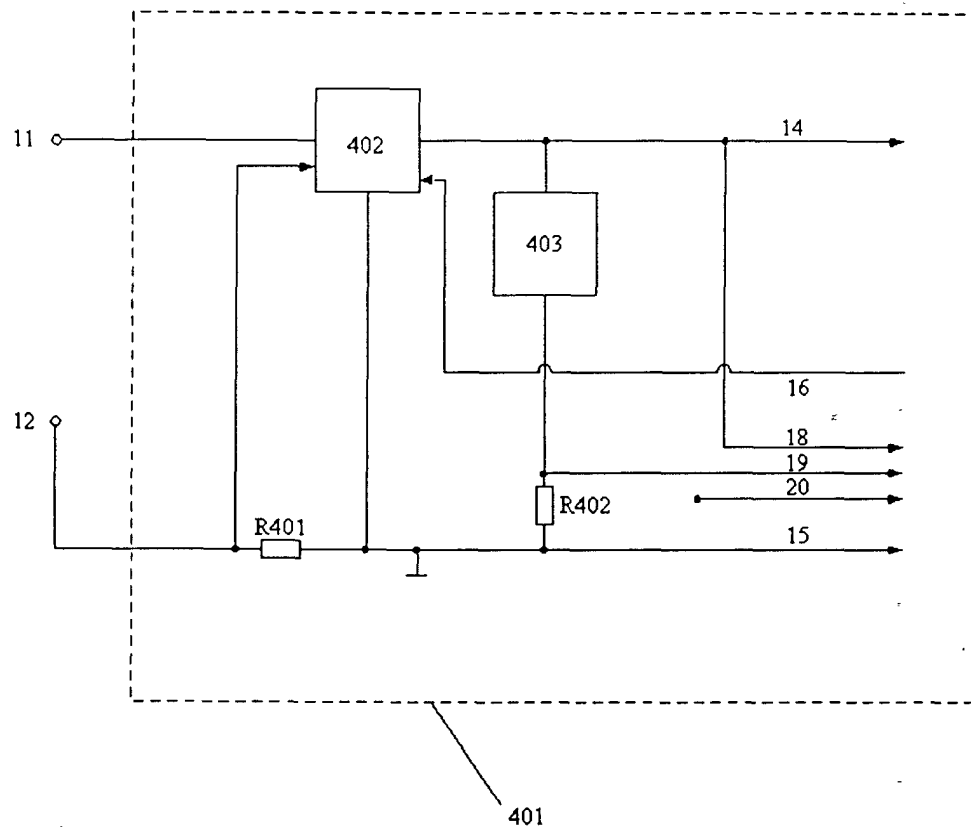
Figur 2



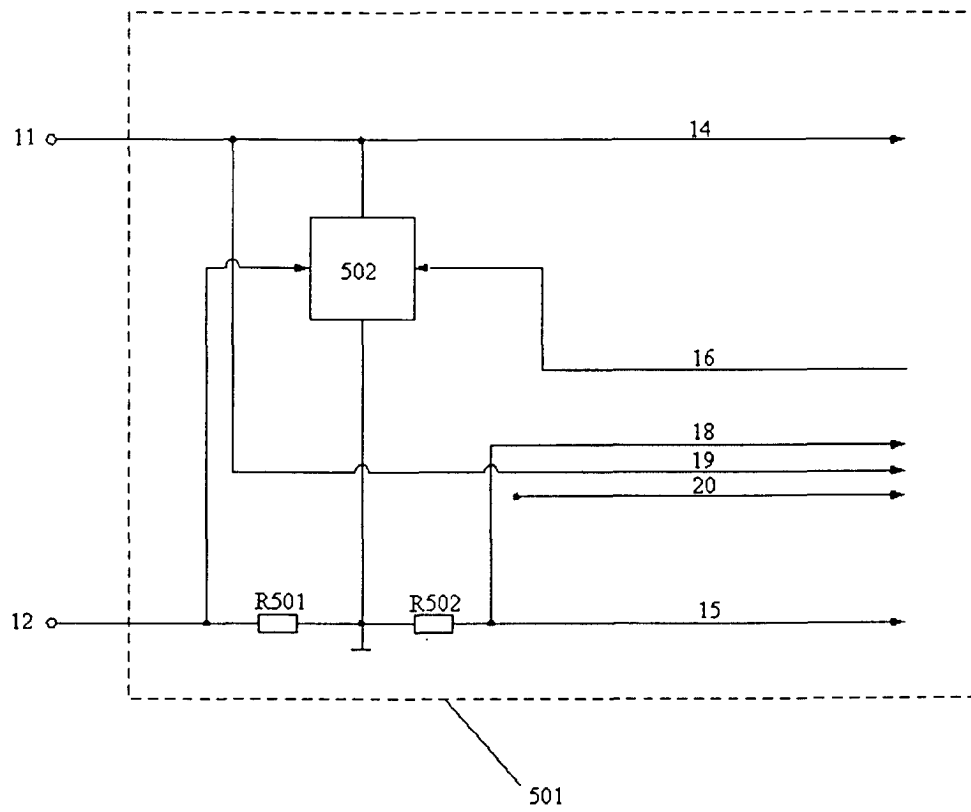
Figur 3



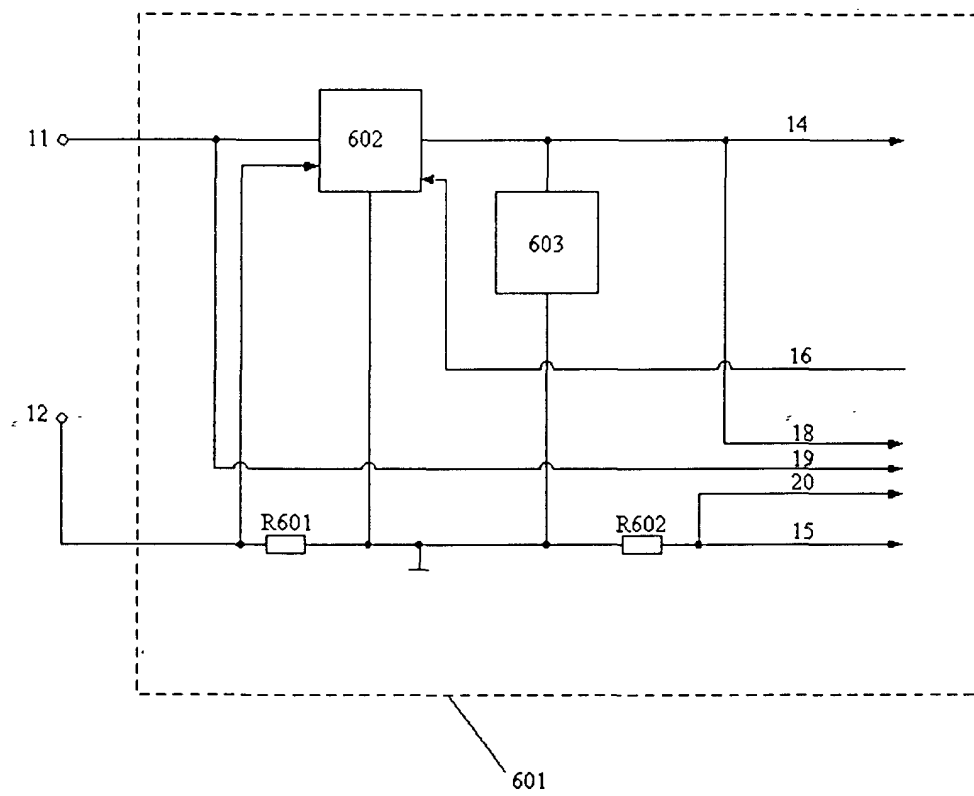
Figur 4



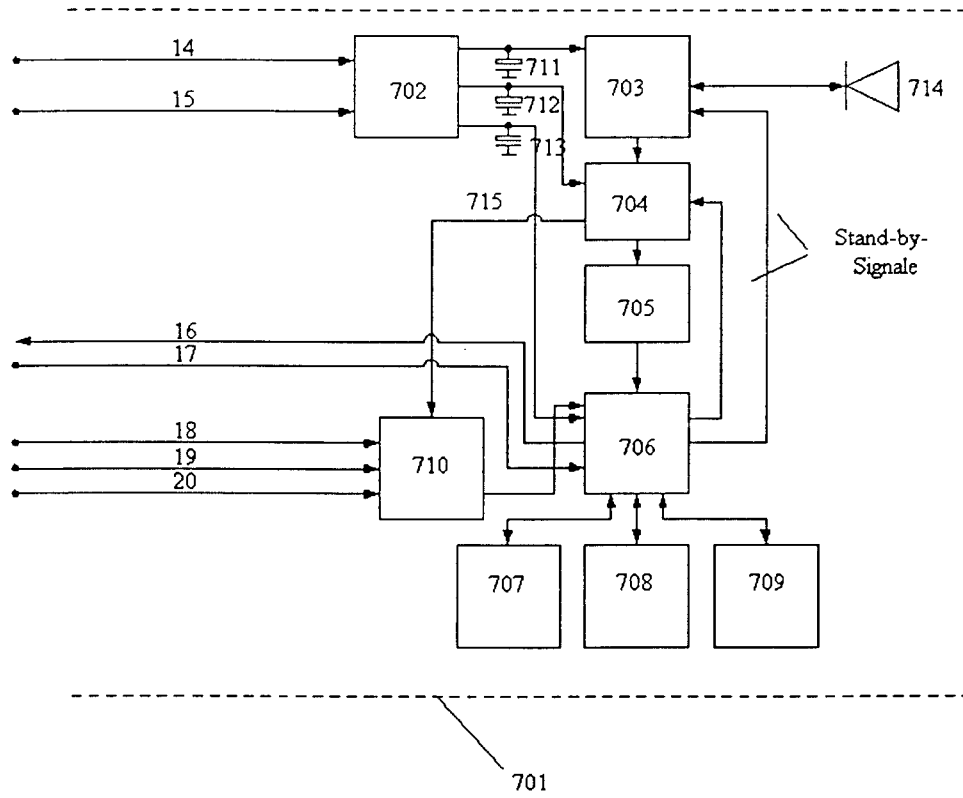
Figur 5



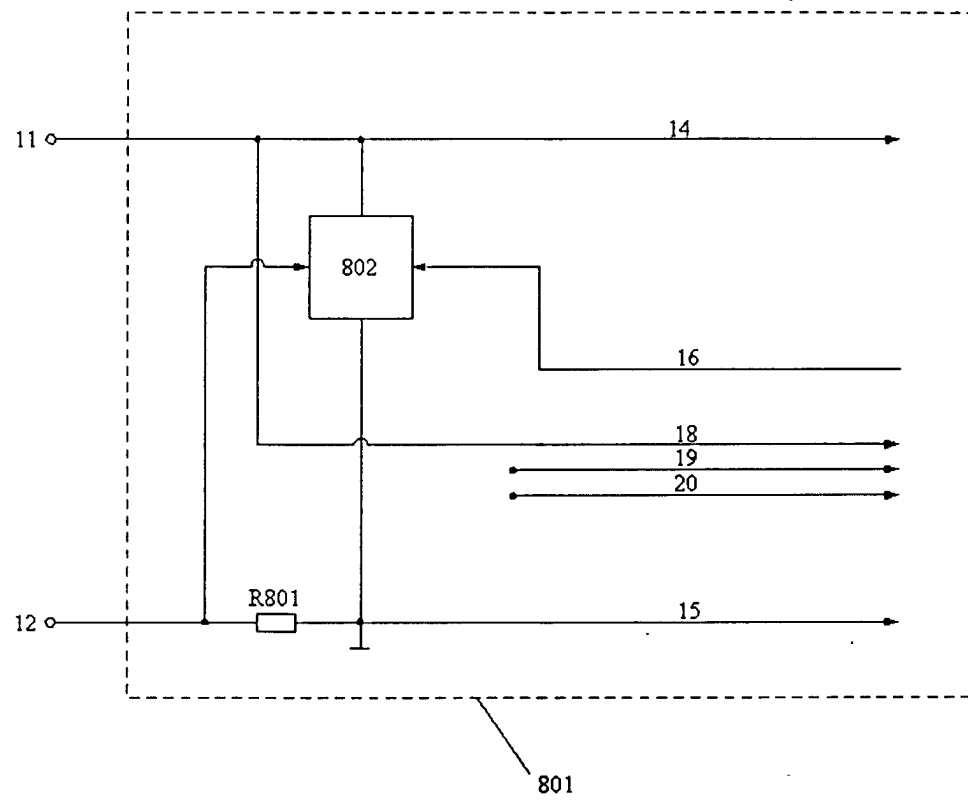
Figur 6



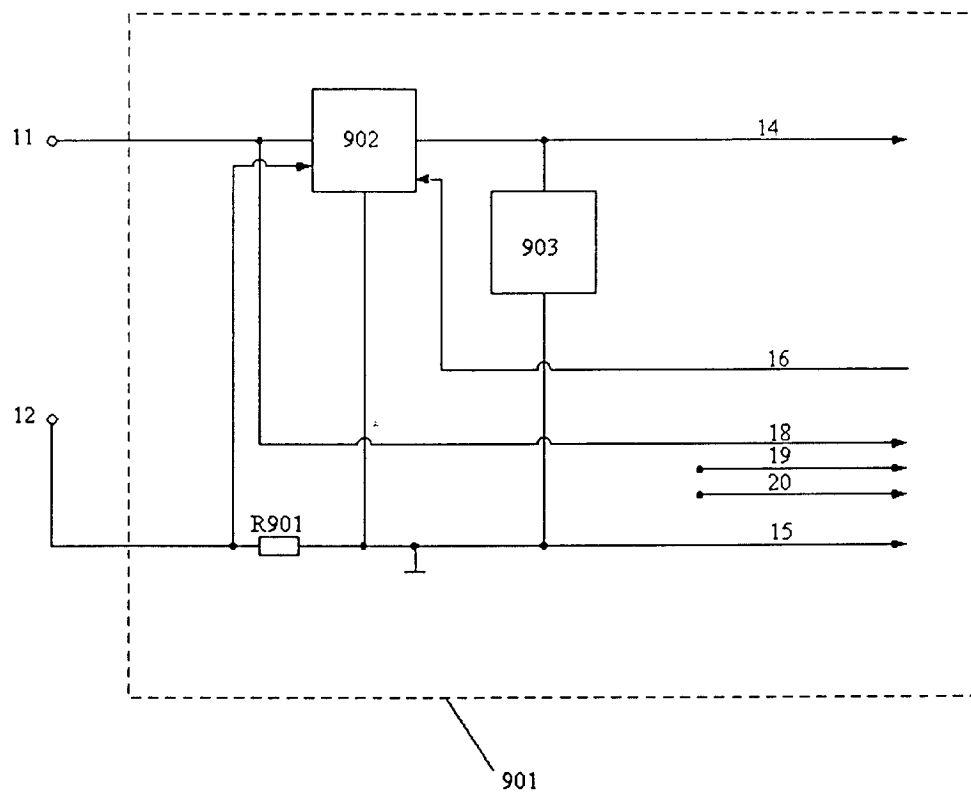
Figur 7



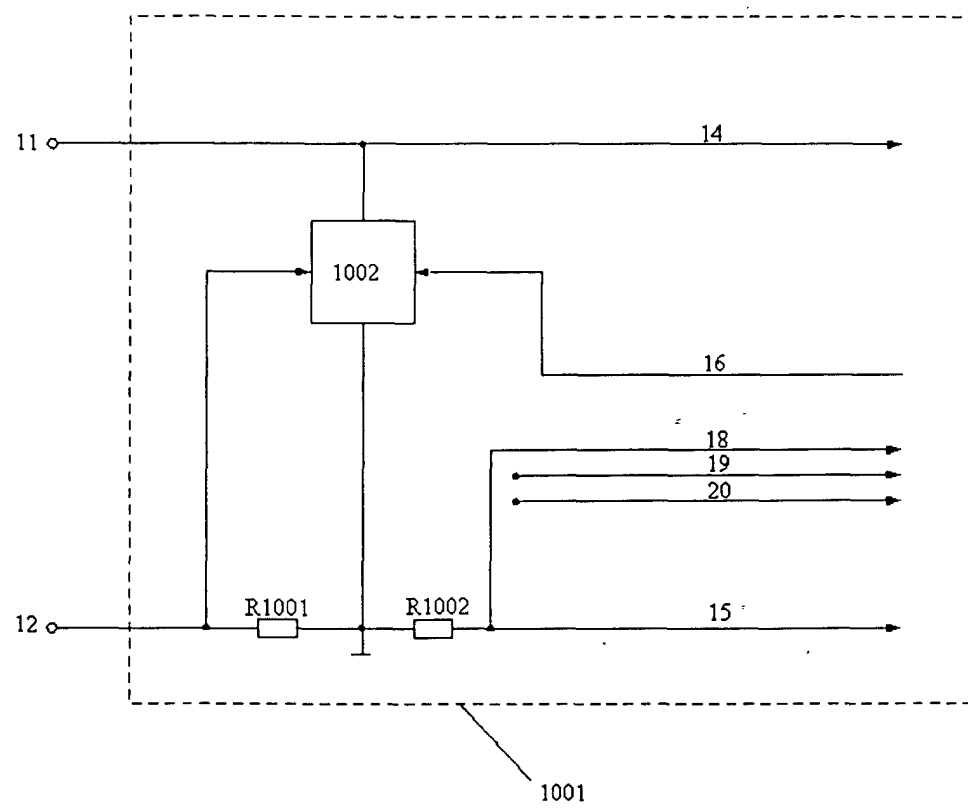
Figur 8



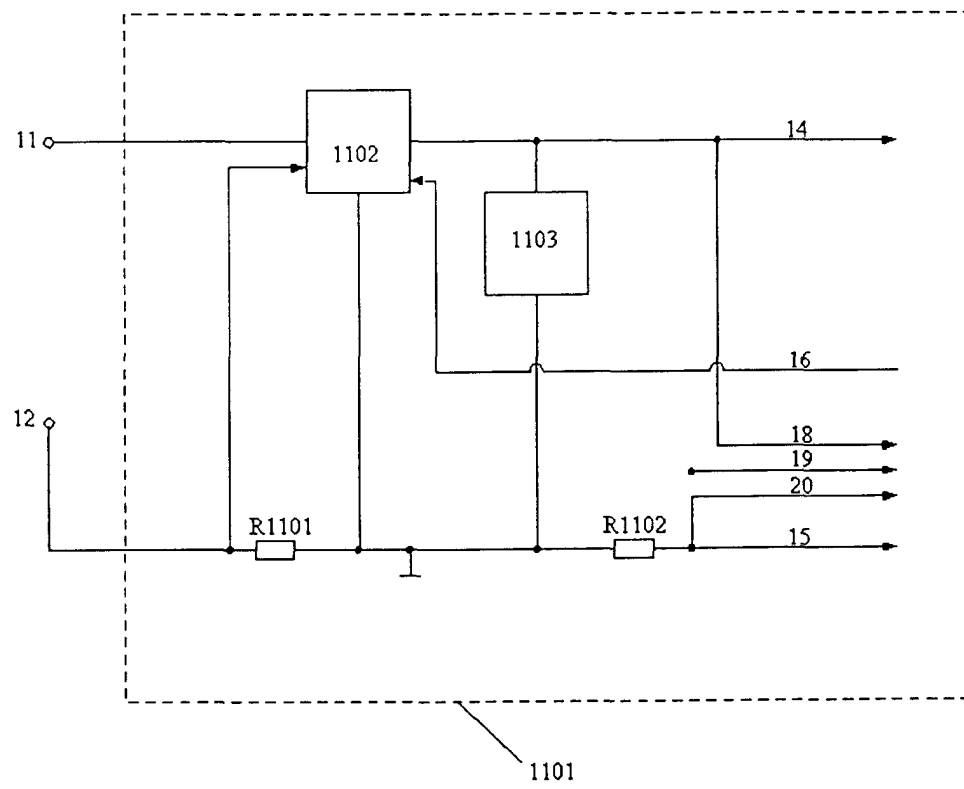
Figur 9



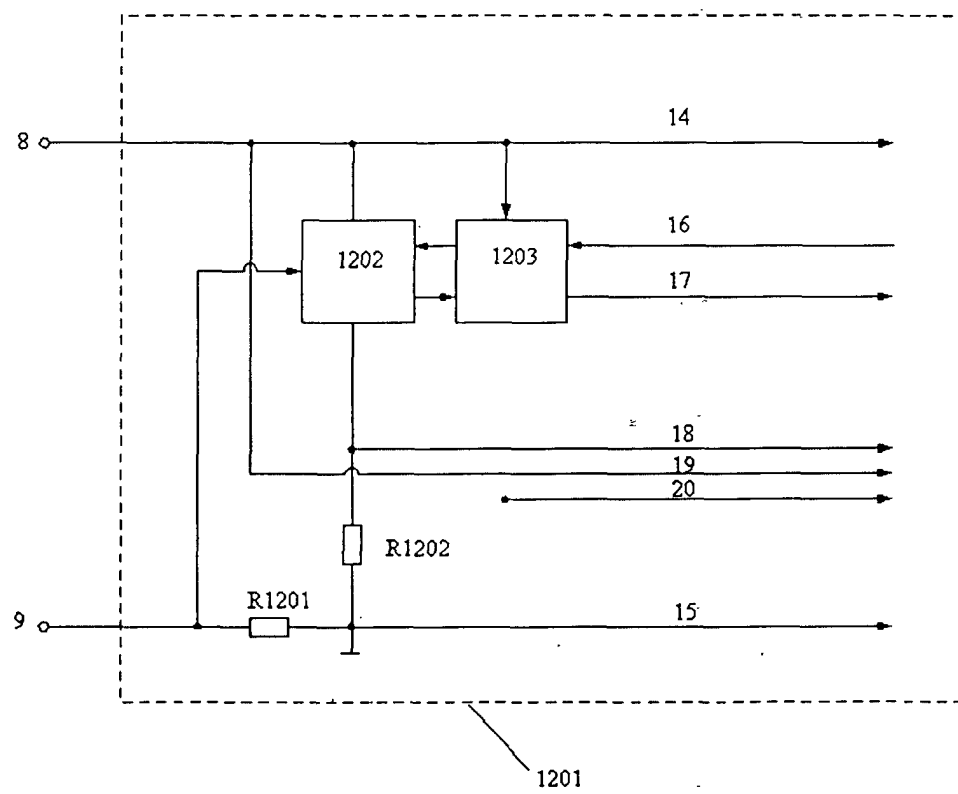
Figur 10



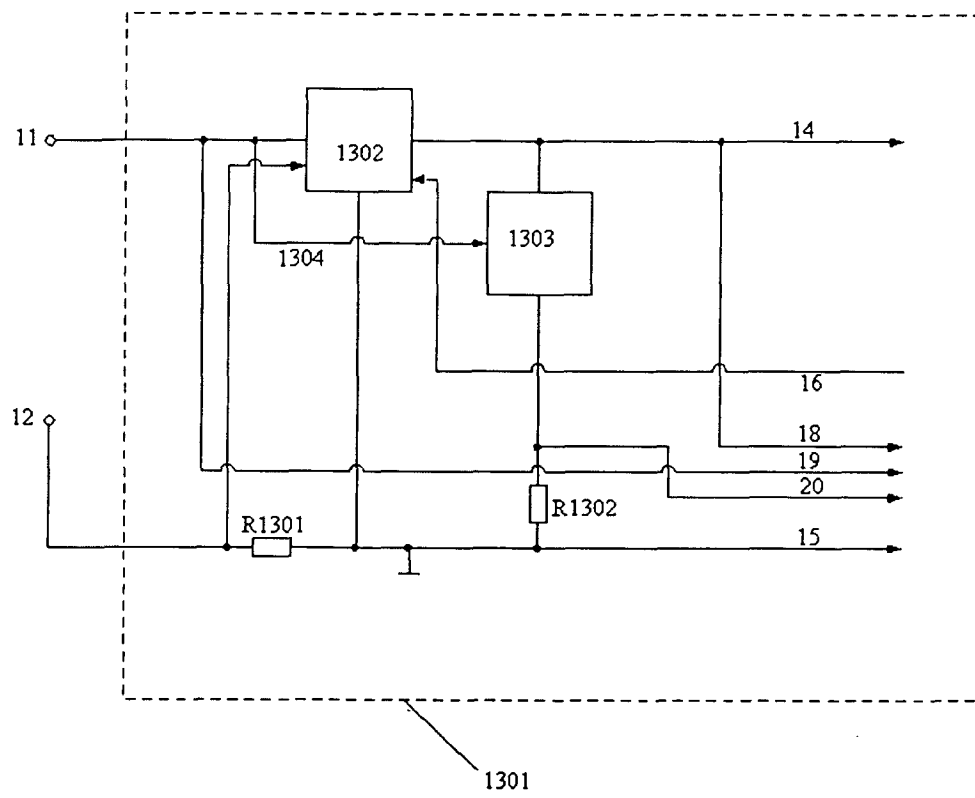
Figur 11



Figur 12



Figur 13





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 6633

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 650 571 A (FREUD PAUL J ET AL) 22. Juli 1997 (1997-07-22) * Spalte 6, Zeile 61 - Spalte 8, Zeile 6 *	1-5	G08C19/02
Y	* Spalte 11, Zeile 62 - Spalte 13, Zeile 4 *	6-11	
D,Y	US 5 416 723 A (ZYL IAN D) 16. Mai 1995 (1995-05-16) * Spalte 2, Zeile 1 - Zeile 38 * * Spalte 2, Zeile 67 - Spalte 6, Zeile 17 *	6-11	
A	EP 0 319 820 A (SIEMENS AG) 14. Juni 1989 (1989-06-14) * Spalte 2, Zeile 24 - Spalte 6, Zeile 5 *	1-11	
A	EP 0 895 209 A (EMERSON ELECTRIC CO) 3. Februar 1999 (1999-02-03) * Seite 3, Zeile 53 - Seite 4, Zeile 58 *	1-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G08C
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12. November 2001	Prüfer Pham, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 11 6633

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-11-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5650571 A	22-07-1997	AU 690450 B2	23-04-1998
		AU 5421796 A	08-10-1996
		CA 2213335 A1	26-09-1996
		EP 0815414 A2	07-01-1998
		JP 11506534 T	08-06-1999
		WO 9629575 A2	26-09-1996
US 5416723 A	16-05-1995	AT 154460 T	15-06-1997
		AU 680475 B2	31-07-1997
		AU 6152594 A	26-09-1994
		BR 9406498 A	02-01-1996
		CA 2157111 A1	15-09-1994
		WO 9420940 A1	15-09-1994
		CN 1124535 A ,B	12-06-1996
		DE 69403781 D1	17-07-1997
		DK 687375 T3	29-12-1997
		EP 0687375 A1	20-12-1995
		ES 2105655 T3	16-10-1997
		JP 8510110 T	22-10-1996
		RU 2126995 C1	27-02-1999
EP 0319820 A	14-06-1989	DE 3742119 A1	22-06-1989
		EP 0319820 A1	14-06-1989
EP 0895209 A	03-02-1999	US 5959372 A	28-09-1999
		CA 2230250 A1	21-01-1999
		EP 0895209 A1	03-02-1999

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82