



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.12.2005 Patentblatt 2005/52

(51) Int Cl.7: **G05F 1/46**

(21) Anmeldenummer: **05011776.1**

(22) Anmeldetag: **01.06.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder: **Walter, Heinz**
88145 Hergatz (DE)

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

(30) Priorität: **22.06.2004 DE 102004030161**

(71) Anmelder: **i f m electronic gmbh**
D-45127 Essen (DE)

(54) **Schaltungsanordnung zum wahlweisen Generieren eines analogen Stromausgangswertes oder eines analogen Spannungsausgangswertes**

(57) Beschrieben und dargestellt ist eine Schaltungsanordnung zum wahlweisen Generieren eines analogen Stromausgangswertes oder eines analogen Spannungsausgangswertes in Abhängigkeit von einem analogen Eingangswert sowie gegebenenfalls eines Eingangssockelwertes und/oder eines vorzeichenbehafteten Eingangskorrekturwertes, mit einer Stromsteuereinheit (1), einer Spannungssteuereinheit (2), einer von der Stromsteuereinheit (1) angesteuerten Stromausgangsquelle (3) und einer von der Spannungssteu-

ereinheit (2) angesteuerten Spannungsausgangsquelle (4).

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist schaltungstechnisch einfacher und kann damit kostengünstiger realisiert werden als die bekannten Schaltungsanordnungen, die funktional das realisieren, was eingangs ausgeführt worden ist, und zwar dadurch, daß die Stromausgangsquelle (3) und die Spannungsausgangsquelle (4) parallel angesteuert und ausgangsseitig in Reihe geschaltet sind.

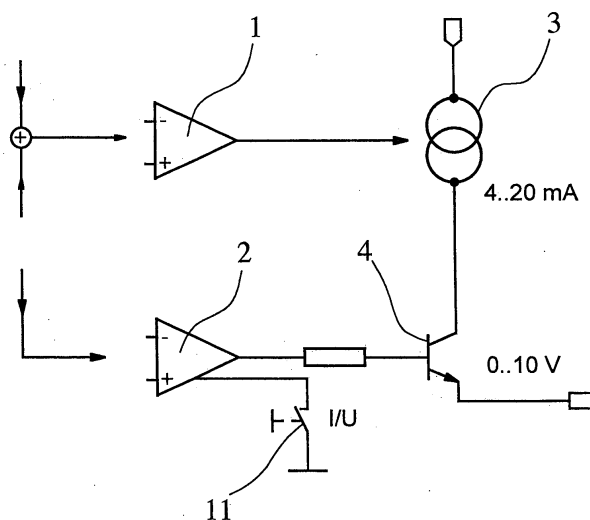


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum wahlweisen Generieren eines analogen Stromausgangswertes oder eines analogen Spannungsausgangswertes in Abhängigkeit von einem analogen Eingangswert sowie gegebenenfalls eines Eingangssockelwertes und/oder eines vorzeichenbehafteten Eingangskorrekturwertes, mit einer Stromsteuereinheit, einer Spannungssteuereinheit, einer von der Stromsteuereinheit angesteuerten Stromausgangsquelle und einer von der Spannungssteuereinheit angesteuerten Spannungsausgangsquelle.

[0002] Im Stand der Technik sind umfangreich Meßgeräte bekannt, die als Meßwert eine physikalische Größe, z. B. eine Temperatur, einen Druck, einen Durchfluß oder ein Flüssigkeitsniveau, oder eine elektrische Größe, z. B. einen Strom, eine Spannung oder eine Leistung, erfassen und in Form eines analogen Meßwertes zur Verfügung stellen. Seit langem ist es im Stand der Technik auch bekannt, von Meßgeräten der zuvor angesprochenen Art zur Verfügung gestellte Meßwerte zu normieren, so daß statt der zunächst erfaßten bzw. zur Verfügung gestellten analogen Meßwerte für die Weiterverarbeitung insbesondere in Steuer- und Regelschaltungen normierte Meßwerte zur Verfügung stehen. Als normierte Meßwerte sind in der industriellen Praxis umfangreich eingeführt einerseits Stromwerte von 4 bis 20 mA, gelegentlich aber auch von 0 bis 20 mA, andererseits Spannungswerte von 0 bis 10 V.

[0003] Die Schaltungsanordnung, um die es erfindungsgemäß geht, generiert also in Abhängigkeit von einem analogen Eingangswert wahlweise einen analogen Stromwert, Stromausgangswert genannt, oder einen analogen Spannungswert, Spannungsausgangswert genannt. Der zu generierende Stromausgangswert bzw. der zu generierende Spannungsausgangswert kann auch zusätzlich abhängig sein von einem Eingangssockelwert und/oder einem vorzeichenbehafteten Eingangskorrekturwert.

[0004] Zu der Schaltungsanordnung, um die es erfindungsgemäß geht, gehört also funktionsnotwendig zunächst eine Stromsteuereinheit und eine Spannungssteuereinheit; der analoge Eingangswert sowie gegebenenfalls der Eingangssockelwert und/oder der vorzeichenbehaftete Eingangskorrekturwert werden auf den Eingang der Stromsteuereinheit und der Spannungssteuereinheit gegeben. Abhängig von dem Eingangswert sowie gegebenenfalls dem Eingangssockelwert und/oder dem vorzeichenbehafteten Eingangskorrekturwert generieren die Stromsteuereinheit in Verbindung mit der Stromausgangsquelle den analogen Stromausgangswert und die Spannungssteuereinheit in Verbindung mit der Spannungsausgangsquelle den analogen Spannungsausgangswert.

[0005] Bei den bekannten Schaltungsanordnungen der in Rede stehenden und zuvor hinsichtlich ihrer Funktion beschriebenen Art sind die Stromsteuereinheit

und die Spannungssteuereinheit häufig als Operationsverstärker ausgeführt und weisen die Stromausgangsquelle und die Spannungsausgangsquelle in der Regel einen Transistor auf. Üblich ist es auch, in der Stromausgangsquelle mit einer Darlington-Transistorstufe oder mit mehreren Darlington-Transistorstufen zu arbeiten, um die für die Ansteuerung erforderlichen Basisströme möglichst gering zu halten.

[0006] Charakteristisch für die bekannten Schaltungsanordnungen der in Rede stehenden Art ist es, daß entweder die Stromausgangsquelle oder die Spannungsausgangsquelle angesteuert wird. Das wahlweise Ansteuern der Stromausgangsquelle oder der Spannungsausgangsquelle ist schaltungstechnisch aufwendig. Insbesondere werden mehr als zwei Operationsverstärker benötigt, teilweise werden auch insgesamt vier oder gar fünf Operationsverstärker eingesetzt.

[0007] Der Erfindung liegt folglich die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung der in Rede stehenden Art zur Verfügung zu stellen, die schaltungstechnisch einfacher und damit kostengünstiger realisiert werden kann als die bekannten Schaltungsanordnungen, die funktional das realisieren, was eingangs ausgeführt worden ist.

[0008] Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung, bei der die zuvor hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe gelöst ist, ist zunächst und im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß die Stromausgangsquelle und die Spannungsausgangsquelle parallel angesteuert und ausgangsseitig in Reihe geschaltet sind. Vorzugsweise sind bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung die Stromsteuereinheit und die Spannungssteuereinheit jeweils als Operationsverstärker ausgeführt und weisen die Stromausgangsquelle und die Spannungsausgangsquelle jeweils einen Ausgangstransistor auf.

[0009] Im einzelnen gibt es verschiedene Möglichkeiten, die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in besonderer Weise auszugestalten und weiterzubilden, was nachfolgend erläutert wird.

[0010] Nach einer weiteren Lehre der Erfindung, der besondere Bedeutung zukommt, ist zum Generieren des Stromausgangswertes die Spannungsausgangsquelle durchgesteuert; damit ist gemeint, daß die Spannungsausgangsquelle, gegebenenfalls der dort vorgesehene Ausgangstransistor, als elektronischer Schalter leitend ist.

[0011] Wird die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Generieren eines analogen Stromausgangswertes verwendet, so ist der von der Stromausgangsquelle zur Verfügung gestellte Strom der, der als vom äußeren Lastwiderstand praktisch unabhängiger Strom über den Lastwiderstand fließt. Wird die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Generieren eines Spannungsausgangswertes verwendet, so muß die Schaltungsanordnung an der Spannungsausgangsquelle ausgangsseitig den analogen Spannungsausgangswert praktisch unabhängig vom äußeren Lastwi-

derstand zur Verfügung stellen; der - von außen gesehene - Innenwiderstand der Spannungsausgangsquelle muß also klein sein gegenüber dem - äußeren - Lastwiderstand. Beim Generieren des Spannungsausgangswertes stellt also die Stromausgangsquelle - bis zu einem bestimmten minimalen äußeren Lastwiderstand - den über den Lastwiderstand fließenden Laststrom zur Verfügung.

[0012] Eine weitere Lehre der Erfindung, der besondere Bedeutung zukommt, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsausgangsquelle als längsregelnder Class-A-Verstärker mit einem Ausgangstransistor, einem Basiswiderstand und einem Pull-Down-Widerstand ausgeführt ist. Bei dieser Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung gilt für das Generieren des Stromausgangswertes bzw. das Generieren des Spannungsausgangswertes folgendes:

[0013] Zum Generieren des Stromausgangswertes ist der Pull-Down-Widerstand der als Class-A-Verstärker ausgeführten Spannungsausgangsquelle über einen ersten Vorwiderstand "hochgezogen", so daß die als Operationsverstärker ausgeführte Spannungssteuereinheit bis zum positiven Anschlag übersteuert ist und der Ausgangstransistor über den Basiswiderstand leitend durchgesteuert ist. Zum Generieren des Spannungsausgangswertes ist der nicht-invertierende Eingang des die Spannungssteuereinheit realisierenden Operationsverstärkers über einen zweiten Vorwiderstand und einen leitenden Auswahlschalter auf Bezugspotential gelegt.

[0014] Bei der erfindungsgemäßen, bisher beschriebenen Schaltungsanordnung ist also die jeweils realisierte Funktion des Auswahlschalters entscheidend dafür, ob der Stromausgangswert oder der Spannungsausgangswert generiert wird. Bei nicht-leitendem Auswahlschalter wird der Stromausgangswert, bei leitendem Auswahlschalter der Spannungsausgangswert generiert.

[0015] Im einzelnen gibt es nun verschiedene Möglichkeiten, die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird verwiesen auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche und auf die Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung und

Fig. 2 eine detailliertere Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

[0016] Die in den Figuren dargestellte Schaltungsanordnung dient zum wahlweisen Generieren eines analogen Stromausgangswertes oder eines analogen Spannungsausgangswertes in Abhängigkeit von einem analogen Eingangswert sowie gegebenenfalls eines

Eingangssockelwertes und/oder eines vorzeichenbehafteten Eingangskorrekturwertes. Zu dieser Schaltungsanordnung gehören funktionsnotwendig, wie schematisch in Fig. 1 dargestellt eine Stromsteuereinheit 1, eine Spannungssteuereinheit 2, eine von der Stromsteuereinheit 1 angesteuerte Stromausgangsquelle 3 und eine von der Spannungssteuereinheit 2 angesteuerte Spannungsausgangsquelle 4.

[0017] Wie schematisch die Fig. 1, im einzelnen die Fig. 2 zeigt, gilt für die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung, daß die Stromausgangsquelle 3 und die Spannungsausgangsquelle 4 parallel angesteuert und ausgangsseitig in Reihe geschaltet sind. Damit, daß die Stromausgangsquelle 3 und die Spannungsausgangsquelle 4 parallel angesteuert sind, ist gemeint, daß die Stromausgangsquelle 3 und die Spannungsausgangsquelle 4 immer angesteuert sind, die Stromausgangsquelle 3 von der Stromsteuereinheit 1, die Spannungsausgangsquelle 4 von der Spannungssteuereinheit 2, unabhängig davon, ob ein analoger Stromausgangswert oder ein analoger Spannungsausgangswert generiert werden soll.

[0018] Für das dargestellte Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung gilt, daß die Stromsteuereinheit 1 und die Spannungssteuereinheit 2 jeweils als Operationsverstärker ausgeführt sind. Im übrigen ist vorgesehen, daß die Stromausgangsquelle 3 und die Spannungsausgangsquelle 4 jeweils einen Ausgangstransistor aufweisen; in der Fig. 1 ist die Stromausgangsquelle 3 allgemein - eben als Stromquelle - dargestellt. Im Gegensatz dazu zeigt die Fig. 2, daß sowohl zu der Stromausgangsquelle 3 als auch zu der Spannungsausgangsquelle 4 jeweils ein Ausgangstransistor gehört bzw. sowohl die Stromausgangsquelle 3 als auch die Spannungsausgangsquelle 4 als Ausgangstransistor ausgeführt ist.

[0019] In der Fig. 1 ist nur angedeutet, in der Fig. 2 demgegenüber im einzelnen dargestellt, daß zum Generieren des Stromausgangswertes die Spannungsausgangsquelle 4 durchgesteuert ist; damit ist gemeint, daß die Spannungsausgangsquelle 4, also im Ausführungsbeispiel der Ausgangstransistor, als elektronischer Schalter leitend ist. Wird die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Generieren eines analogen Spannungsausgangswertes verwendet, so ist der von der Stromausgangsquelle 3 zur Verfügung gestellte Strom der, der als vom äußeren Lastwiderstand 5 praktisch unabhängiger Strom über den Lastwiderstand 5 fließt. Beim Generieren eines Spannungsausgangswertes muß die dargestellte Schaltungsanordnung an der Spannungsausgangsquelle 4 ausgangsseitig den analogen Spannungsausgangswert praktisch unabhängig vom äußeren Lastwiderstand 5 zur Verfügung stellen; folglich muß der - von außen gesehene - Innenwiderstand der Spannungsausgangsquelle 4 klein sein gegenüber dem - äußeren - Lastwiderstand 5. Das ist bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung jedenfalls

dann gegeben, wenn der Widerstandswert des äußeren Lastwiderstandes 5 nicht kleiner als 2 k Ω ist.

[0020] In dem in Fig. 2 im einzelnen dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist die Spannungsausgangsquelle 4 als längsregelnder Class-A-Verstärker mit einem Ausgangstristor 6, einem Basiswiderstand 7 und einem Pull-Down-Widerstand 8 ausgeführt. Zum Generieren des Stromausgangswertes wird der Pull-Down-Widerstand 8 der als Class-A-Verstärker ausgeführten Spannungsausgangsquelle 4 über einen ersten Vorwiderstand 9 "hochgezogen", also auf ein relativ zum Bezugspotential hohes Potential gebracht, so daß die als Operationsverstärker ausgeführte Spannungssteuereinheit 2 bis zum positiven Anschlag übersteuert ist und der Ausgangstristor 6 über den Basiswiderstand 7 leitend durchgesteuert ist. Damit ist also praktisch nur die Stromausgangsquelle 3 wirksam, die Spannungsausgangsquelle 4 wirkt wie ein leitender Schalter. Zum Generieren des Spannungsausgangswertes ist der nicht-invertierende Eingang der Spannungssteuereinheit 2 realisierenden Operationsverstärkers über einen zweiten Vorwiderstand 10 und einen leitenden Auswahl-
 schalter 11 auf Bezugspotential gelegt.

[0021] Bei dem bisher beschriebenen Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist also die jeweils realisierte Funktion des Auswahl-
 schalters 11 - nicht-leitend oder leitend - entscheidend dafür, ob der Stromausgangswert oder der Spannungsausgangswert generiert wird. Bei nicht-leitendem Auswahl-
 schalter 11 wird der Stromausgangswert, bei leitendem Auswahl-
 schalter 11 der Spannungsausgangswert generiert.

[0022] Die Fig. 2 zeigt insoweit ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, als in Reihe zu der Reihenschaltung aus der Stromausgangsquelle 3 und der Spannungsausgangsquelle 4 ein Shuntwiderstand 12 vorgesehen ist. Dadurch wird der eingepreßte Basisstrom mitberücksichtigt. Dadurch, daß der Shuntwiderstand 12 sich gleichsam auf den Lastwiderstand 5 abstützt, ist erreicht, daß die Stromausgangsquelle 3 etwa im 12 Volt-Bereich bleibt und folglich ein JFET-Operationsverstärker mit einer Versorgungsspannung im 16 Volt-Bereich verwendet werden kann.

[0023] Wie die Fig. 2 zeigt, sind im dargestellten Ausführungsbeispiel die die Stromsteuereinheit 1 und die Spannungssteuereinheit 2 andererseits bildenden Operationsverstärker als symmetrische Differenzverstärkerstufen ausgeführt. Dabei bilden der Eingangswert U_{11} , der Eingangssockelwert U_{21} und der Eingangskorrekturwert U_{31} zusammen mit ihren jeweiligen Bezugspotentialen U_{12} , U_{22} und U_{32} Wertepaare, die über paar-
 gleiche Eingangswiderstände R_{11} und R_{12} , R_{21} und R_{22} sowie R_{31} und R_{32} den nicht-invertierenden Eingängen und den invertierenden Eingängen der Operations-
 verstärker zugeführt sind. Im übrigen sind die zu den Operationsverstärkern gehörenden Rückkopplungswider-

stände 19 und 20 sowie 21 und 22 ebenfalls paargleich, also symmetrisch ausgeführt.

[0024] Durch die zuvor beschriebene Realisierung der Eingangswiderstände R_{11} bis R_{32} und der Rückkopplungswiderstände 19 bis 22 ist realisiert, daß theoretisch beliebig viele Eingangswerte zugeführt werden können, ohne den wirksamen Verstärkungsfaktor - wirksamer Verstärkungsfaktor = Verhältnis der Ausgangswerte zu den einzelnen Eingangswerten - zu verändern. Im übrigen gewährleistet die dargestellte und beschriebene Symmetrie die Unabhängigkeit der einzelnen Eingangswerte voneinander und die Unabhängigkeit vom Bezugspotential.

[0025] Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zeigt noch insoweit eine Besonderheit, als in Reihe zu dem zwischen dem Ausgang der Stromsteuereinheit 1 darstellenden Operationsverstärkers und dessen invertierenden Eingang liegenden Rückkopplungswiderstand 19 ein Unsymmetriewiderstand 23 geschaltet ist. Damit kann der "Stromverlust" kompensiert werden, der beim Generieren des Stromausgangswertes dadurch entsteht, daß abhängig vom Widerstandswert des Lastwiderstandes 5 Strom parasitär in den Rückkopplungs-
 zweig der Spannungssteuereinheit 2 fließt.

[0026] Zuvor ist nicht beschrieben und es soll auch im einzelnen nicht beschrieben werden, wie die einzelnen Bauteile miteinander verbunden bzw. angeschlossen sind, weil das der Fachmann der Fig. 2 ohne weiteres entnehmen kann. Gleichwohl ist auch das, was der Fachmann in bezug auf das Verbinden der einzelnen Bauteile miteinander bzw. das Anschließen der Bauteile der Fig. 2 entnehmen kann, für die insgesamt vermittelte Lehre von Bedeutung, - auch insoweit, als eine detaillierte Beschreibung nicht gegeben ist und der Inhalt der nachfolgenden Patentansprüche darauf nicht gerichtet ist.

Patentansprüche

- Schaltungsanordnung zum wahlweisen Generieren eines analogen Stromausgangswertes oder eines analogen Spannungsausgangswertes in Abhängigkeit von einem analogen Eingangswert sowie gegebenenfalls eines Eingangssockelwertes und/oder eines vorzeichenbehafteten Eingangskorrekturwertes, mit einer Stromsteuereinheit, einer Spannungssteuereinheit, einer von der Stromsteuereinheit angesteuerten Stromausgangsquelle und einer von der Spannungssteuereinheit angesteuerten Spannungsausgangsquelle, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stromausgangsquelle (3) und die Spannungsausgangsquelle (4) parallel angesteuert und ausgangsseitig in Reihe geschaltet sind.
- Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stromsteuereinheit (1)

und die Spannungssteuereinheit (2) jeweils als Operationsverstärker ausgeführt sind.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stromausgangsquelle (3) und die Spannungsausgangsquelle (4) jeweils einen Ausgangstransistor aufweisen. 5
4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Generieren des Stromausgangswertes die Spannungsausgangsquelle (4) durchgeschaltet ist. 10
5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** beim Generieren des Spannungsausgangswertes die Stromausgangsquelle (3) - bis zu einem bestimmten minimalen äußeren Lastwiderstand (5) - den über den Lastwiderstand (5) fließenden Laststrom zur Verfügung stellt. 15
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungsausgangsquelle (4) als längsregelnder Class-A-Verstärker mit einem Ausgangstransistor (6), einem Basiswiderstand (7) und einem Pull-Down-Widerstand (8) ausgeführt ist. 20
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Generieren des Stromausgangswertes der Pull-Down-Widerstand (8) der als Class-A-Verstärker ausgeführten Spannungsausgangsquelle (4) über einen ersten Vorwiderstand (9) hochgezogen ist, so daß die als Operationsverstärker ausgeführte Spannungssteuereinheit (2) bis zum positiven Anschlag übersteuert ist und der Ausgangstransistor (6) über den Basiswiderstand (7) leitend durchgesteuert ist. 25
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Generieren des Spannungsausgangswertes der nicht-invertierende Eingang des die Spannungssteuereinheit (2) realisierenden Operationsverstärkers über einen zweiten Vorwiderstand (10) und einen leitenden Auswahl- 30
schalter (11) auf Bezugspotential gelegt ist. 35
9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** in Reihe zu der Reihenschaltung aus der Stromausgangsquelle (3) und der Spannungsausgangsquelle (4) ein Shuntwiderstand (12) vorgesehen ist. 40
10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die die Stromsteuereinheit (1) einerseits und die Spannungssteuereinheit (2) andererseits bildenden Operationsverstärker als symmetrische Differenz- 45

verstärkerstufen ausgeführt sind.

11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Eingangswert (U_{11}), der Eingangssockelwert (U_{21}) und der Eingangskorrektur (U_{31}) zusammen mit ihren jeweiligen Bezugspotentialen (U_{12} , U_{22} und U_{32}) Wertepaare bilden und über paargleiche Eingangswiderstände (R_{11} bis R_{32}) den nicht-invertierenden Eingängen und den invertierenden Eingängen der Operationsverstärker zugeführt sind. 50
12. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zu den Operationsverstärkern gehörenden Rückkopplungswiderstände (19 bis 22) paargleich, also symmetrisch ausgeführt sind. 55
13. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** in Reihe zu dem zwischen dem Ausgang des die Stromsteuereinheit (1) darstellenden Operationsverstärkers und dessen invertierenden Eingang liegenden Rückkopplungswiderstand (19) ein Unsymmetriewiderstand (23) geschaltet ist. 60

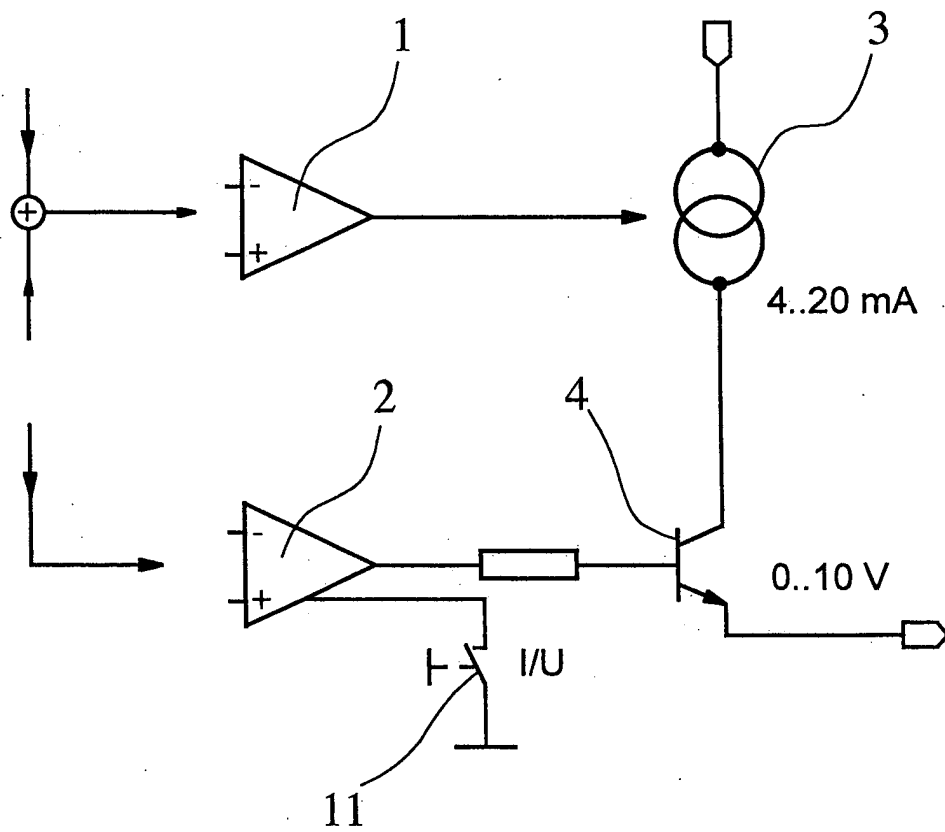


Fig. 1

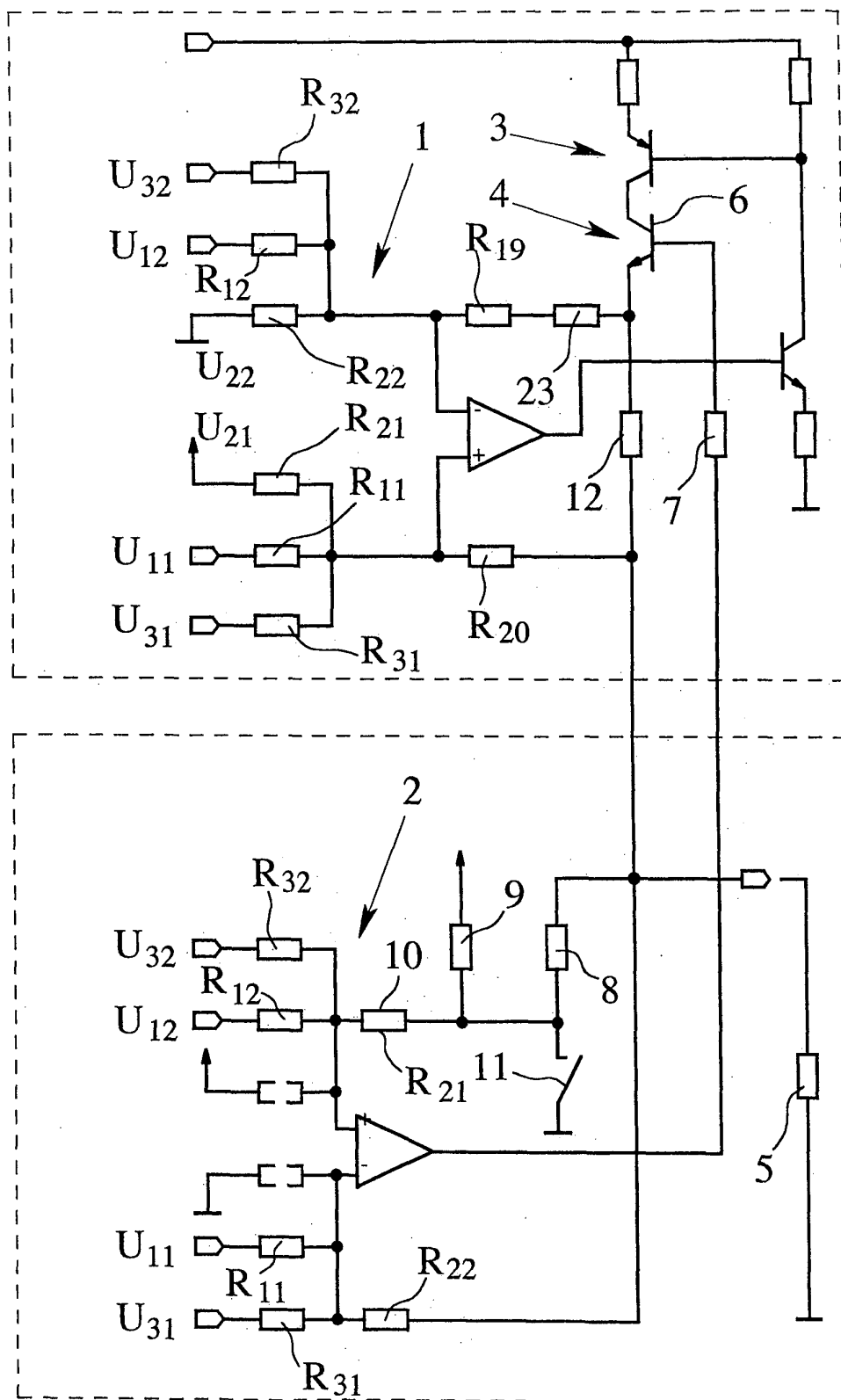


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 01 1776

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 136 182 A (FAWAL ET AL) 4. August 1992 (1992-08-04) * das ganze Dokument * -----	1-13	G05F1/46
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G05F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. Oktober 2005	Prüfer Schobert, D
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 01 1776

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-10-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5136182	A	04-08-1992	KEINE

EPO FORM P0461

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