

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 90108288.3

51 Int. Cl.⁵: H01F 40/14

22 Anmeldetag: 01.05.90

30 Priorität: 02.06.89 DE 3918100

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.12.90 Patentblatt 90/49

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **DEUTSCHE
ZAEHLER-GESELLSCHAFT
Nachf. A. Stepper & Co.(GmbH & Co.)
Bachstrasse 9-17
D-2000 Hamburg 76(DE)**

72 Erfinder: **Herrmann, Frank, Dipl.-Ing.
Stauffenbergstrasse 37
D-3300 Braunschweig(DE)**

74 Vertreter: **Richter, Werdermann & Gerbaulet
Neuer Wall 10
D-2000 Hamburg 36(DE)**

54 **Stromwandleranordnung mit erhöhter Genauigkeit.**

57 Um eine Stromwandleranordnung mit erhöhter Genauigkeit, bei der ein Komparatorwandler (11;22) und ein Leistungswandler (13;24) mit ihren Primärwicklungen (10,12;21,13) in einem Hauptstromkreis in Reihe liegen, bei dem von einer Sekundärwicklung (17;18) des Leistungswandlers (13;24) ein Kompensationsstrom einer Wicklung (16;36) des Komparatorwandlers (11;22) zur Herabsetzung der Magnetisierung des Kernes des Komparatorwandlers (11;22) zugeführt wird und bei der eine Indikator-Wicklung (19;36) des Komparatorwandlers (11;22) ein dem verbleibenden Magnetfluß entsprechendes Differenz-Signal abgibt, das (bei 20;37) verstärkt wird und als Differenzstrom einer anderen Wicklung (16;38) des Komparatorwandlers (11;22) zugeführt wird, wobei die Summe des Kompensationsstromes (I1;I3) und des Differenz-Stromes (I2;I4) das Ausgangssignal bilden, so zu schaffen, daß eine hohe Genauigkeit sowohl bei Wechselstrom als auch bei Mischstrom mit einer kostengünstigen Ausführung erreichbar ist, wird vorgeschlagen, daß der Leistungswandler (24) auch einen dem Gleichstromanteil des Hauptstromes (Ih) entsprechenden Anteil in den ersten Kompensationsstrom (I3) überträgt.

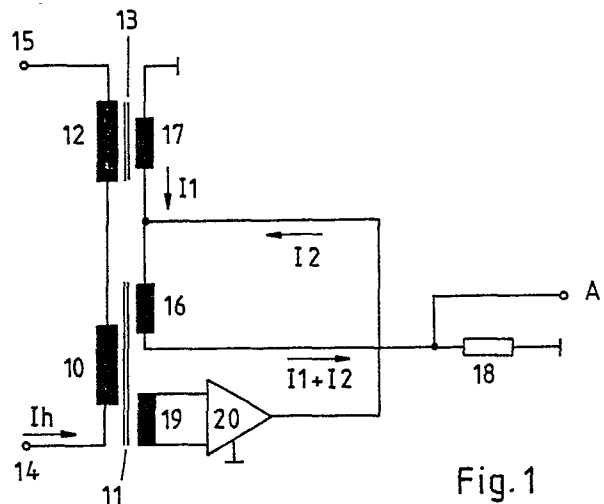


Fig. 1

EP 0 400 343 A1

Stromwandleranordnung mit erhöhter Genauigkeit.

Die Erfindung betrifft eine Stromwandleranordnung mit erhöhter Genauigkeit, bei der ein Komparatorwandler und ein Leistungswandler mit ihren Primärwicklungen in einem Hauptstromkreis in Reihe liegen, bei dem von einer Sekundärwicklung des Leistungswandlers ein Kompensationsstrom einer Wicklung des Komparatorwandlers zur Herabsetzung der Magnetisierung des Kernes des Komparatorwandlers zugeführt wird und bei der eine Indikator-Wicklung des Komparatorwandlers ein dem verbleibenden Magnetfluß entsprechendes Differenz-Signal abgibt, das verstärkt wird und als Differenzstrom einer anderen Wicklung des Komparatorwandlers zugeführt wird, wobei die Summe des Kompensationsstromes und des Differenz-Stromes das Ausgangssignal bilden.

Zur Verrechnung der verbrauchten Energie werden u.a. statische Elektrizitätszähler eingesetzt, die gegen Mischströme, d.h. Wechselströme mit einem Gleichstromanteil, unempfindlich sein müssen. Der Gleichstromanteil führt in den dabei verwendeten induktiven Wandlern zu Sättigungerscheinungen. Die Wandler müssen aber aus Kostengründen möglichst materialsparend aufgebaut sein.

Statische Haushalts-Elektrizitätszähler müssen daher eine bestimmte Gleichstrom-Unabhängigkeit aufweisen. Zur meßtechnischen Untersuchung und Überprüfung sowohl im Labor wie auch am Einbaort werden sog. Präzisions-Vergleichszähler benutzt, die eine wesentlich höhere Genauigkeit aufweisen müssen als der Prüfling. Der Stromeingangskreis der Prüfzähler darf im Mischstrom-Betrieb keine größeren Meßunsicherheiten aufweisen als im reinen Wechselstrom-Betrieb.

Bekannte Stromwandleranordnungen mit erhöhter Genauigkeit arbeiteten mit aufwendigen elektronischen Hilfsschaltungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Stromwandleranordnung der eingangs erwähnten Art eine hohe Genauigkeit sowohl bei Wechselstrom als auch für Mischstrom mit einer kostengünstigen Ausführung zu erreichen.

Diese Aufgabe wird erfüllt mit den Merkmalen des Kennzeichens von Anspruch 1.

Durch den Gleichstromanteil des Stromes durch die Wicklung des Komparatorwandlers wird im Komparator Kern die magnetische Wirkung der Gleichstromkomponente des Hauptstromes wenigstens nahezu ausgeglichen, so daß eine unzulässige Arbeitspunktverschiebung durch den Gleichstrom vermieden ist. Der Komparatorwandler arbeitet dann so wie bei einem gleichstromfreien Hauptstrom.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der

Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Es zeigen in schematischen Darstellungen

Fig. 1 eine bekannte Stromwandleranordnung,

Fig. 2 eine Stromwandleranordnung nach der Erfindung, bei der auf den Komparatorwandler eine zusätzliche Wicklung angebracht ist,

Fig. 3 eine Stromwandleranordnung nach der Erfindung, bei der eine Sekundärwicklung des Komparatorwandlers für beide Korrekturströme ausgenutzt wird,

Fig. 4 eine Stromwandleranordnung nach der Erfindung, bei der auch der Kern des Leistungswandlers weitgehend durchflutungsfrei gehalten wird, und

Fig. 5 eine Stromwandleranordnung nach der Erfindung, bei der auch am Komparatorwandler der Gleichstromanteil der Durchflutungsdifferenz festgestellt und so ein Sekundärmischstrom erzeugt wird.

In Figur 1 ist eine bekannte Stromwandleranordnung dargestellt. Hierbei wird die Primärwicklung 10 eines Komparatorwandlers 11 und die Primärwicklung 12 eines Leistungswandlers 13 in Reihenschaltung von einem Hauptstrom I_h zwischen den Klemmen 14 und 15 durchflossen. Der Komparatorwandler 11 trägt eine erste Sekundärwicklung 16, die mit einer Bürde 18, insbesondere einem Ohm'schen Widerstand, gegen Erde belastet ist. Dem anderen Ende der Wicklung 16 wird von einer auf der anderen Seite an Erde angeschlossenen Sekundärwicklung 17 des Leistungswandlers 13 ein Strom I_1 zugeführt. Mittels der Übersetzungsverhältnisse der genannten Wicklungen der Wandler 11 und 13 ist dieser Strom so bemessen, daß er über die Sekundärwicklung 16 im Komparatorwandler 11 über seine Amperewindungszahl etwa die gleiche Durchflutung hervorruft, wie die Primärwicklung 10 infolge des Hauptstromes I_h . Soweit sich die Magnetflüsse (Amperewindungszahlen) der Wicklung 10 und der Wicklung 16 nicht aufheben, bleibt eine Durchflutungsdifferenz; diese erzeugt über eine zweite Sekundärwicklung 19 des Komparatorwandlers 11 und einen nachgeschalteten elektronischen Verstärker 20 einen Differenz-Strom I_2 , der dem Verbindungspunkt der Sekundärwicklungen 16 und 17 zugeführt wird und durch die Wicklung 16 zusammen mit dem Strom I_1 zur Bürde 18 gelangt. An einer Ausgangsklemme A kann gegen Erde ein Signal entnommen werden, das dem Hauptstrom I_h entspricht.

In einer solchen bekannten Stromwandleranordnung, wie sie z.B. aus DE-Z "meßtechnik" 10/68, Seite 242 ff., bekannt ist, zeigen sich Sättigungerscheinungen im Kern des Wandlers 11

und/oder des Wandlers 13, wenn im Hauptstrom I_h ein Gleichstromanteil enthalten ist. Dieser tritt auf, wenn ein Verbraucher über einen Einweggleichrichter betrieben wird, dann ist auch die Summe der Ströme I₁ + I₂ dem Hauptstrom I_h nicht mehr genau proportional, und es ergeben sich Meßfehler.

Erfindungsgemäß soll dieser nachteilige Einfluß einer Gleichstromkomponente des Hauptstromes I_h ausgeschaltet oder wenigstens stark vermindert werden.

In der Stromwandlerschaltung gemäß Fig. 2 fließt dazu der Hauptstrom I_h zwischen den Klemmen 14 und 15 durch die Primärwicklung 21 eines Komparatorwandlers 22 und durch die Primärwicklung 23 eines Leistungswandlers 24. Mittels eines magnetfeldabhängigen Signalwandlers (Sensor) 25 wird der durch den Hauptstrom I_h im Kern des Leistungswandlers 24 hervorgerufene Magnetfluß erfaßt. Die dabei erhaltene magnetfeldabhängige elektrische Größe wird über einen elektronischen Verstärker 26 und einen Spannungs-/Strom-Wandler 27 in einen Strom I₃ übergeführt, der durch eine Sekundärwicklung 28 auf dem Kern des Komparatorwandlers 22 zu einem über einen Widerstand 29 gegengekoppelten elektronischen Verstärker 30 geführt. Vom Ausgang des Verstärkers 30 wird über einen Kondensator 31 die Gleichstromkomponente aus dem verstärkten Mischstrom I₃ abgetrennt und die Wechselstromkomponente über eine Impedanz 32 dem Ausgang zugeführt, die durch einen über eine Impedanz 33 gegengekoppelten elektronischen Verstärker 34 vor der Ausgangsklemme A gebildet wird.

Durch den Strom I₃ wird der durch den Hauptstrom I_h mit seinen Wechselstromkomponenten und seiner Gleichstromkomponente hervorgerufene Magnetfluß im Kern des Komparatorwandlers 22 weitgehend ausgeglichen. Durch den noch verbleibenden Rest-Magnetfluß wird in einer Indikatorwicklung 36 ein Signal erzeugt, das über einen Verstärker 37 einen Strom I₄ für eine Sekundärwicklung 38 liefert. Diese Sekundärwicklung 38 ist derart angebracht und bemessen, daß sie dem Rest-Magnetfluß im Kern des Komparatorwandlers 22 entgegenwirkt und diesen weitgehend, entsprechend dem Verstärkungsgrad des Verstärkers 37, ausgleicht. Da der Kompensationsstrom I₃ durch die Sekundärwicklung 28 auch die Gleichstromkomponente enthält, wird auch diese im Kern des Komparatorwandlers 22 weitgehend mit ausgeglichen. Der Strom I₄ von der Wicklung 36 reduziert nur die Wechselanteile im Magnetfluß. Dieser Strom I₄ wird auch dem Eingang des Verstärkers 34 zugeführt, so daß, wie in Fig.1, an der Ausgangsklemme A ein Signal auftritt, das aus der Summe der Wechselstromanteile der Ströme I₃ und I₄ zusammengesetzt ist und von der primärseitigen Ansteuerung des Komparatorwandlers 22 bis

auf einen sehr geringen Fehler unabhängig ist. Der Leistungswandler 24 braucht hierbei allerdings nicht im tatsächlichen Sinne Leistung aufzubringen, da die Energie für den kompensierenden Strom I₃ vom Verstärker 26 und ggf. dem U/I-Wandler 27 geliefert wird.

Bei der Ausführungsform nach Fig.3, in der gegenüber Fig.2 gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind, wird der kompensierende Strom I₃ wie in Fig. 2 vom Leistungswandler 23 mit einem gleichstromunabhängigen Meßwandlerkern über den in einem Luftspalt angebrachten magnetoelektrischen Fühler 25 und den Verstärker 26 sowie den U/I-Wandler 27 erzeugt. Dieser Strom I₃ wird über eine Wicklung 41 des Komparatorwandlers 22 der Bürde 42 gegen Erde zugeführt, und das an diesem entstehende Ausgangssignal wird über einen Trennkondensator 43 an der Ausgangsklemme A gleichstromfrei abgenommen. Durch den gegensinnig fließenden Strom I₃ wird im Komparatorwandler eine weitgehende Kompensation des vom Hauptstrom I_h und des vom Kompensationsstrom I₃ hervorgerufenen Magnetflusses bewirkt, so daß der Kern des Komparatorwandlers 22 weitgehend in einem magnetflußfreien Zustand bleibt, und zwar sowohl hinsichtlich der für die Messung erwünschten Wechselstromkomponente wie auch hinsichtlich der in der Regel unerwünschten Gleichstromkomponente. Mittels der Indikatorwicklung 44 wird der im Komparatorwandler 22 noch auftretende restliche Wechselstrom-Magnetfluß (Durchflutungsdifferenz) festgestellt und über einen Verstärker 45 und einen U/I-Wandler 46 in einen Kompensationsstrom I₄ übergeführt, der zusammen mit dem Strom I₃ der Sekundärwicklung 41 zum Ausgang geführt wird. Durch den Kompensationsstrom I₄ wird somit, wie auch bei den oben stehenden Figuren, die Kompensation des Wechselstrom-Magnetflusses im Kern des Komparatorwandlers 22 sehr genau bewirkt.

Ein für einen Leistungswandler 24 gemäß Fig. 2 oder 3 geeigneter Wandler kann ringförmig mit einem Luftspalt ausgebildet sein, wobei durch den Luftspalt einerseits in einfacher Weise die Gefahr der Sättigung verringert wird und darin andererseits ein magneto-elektrisches Element als Signalwandler (Sensor) zum Messen des Magnetflusses angebracht sein kann. Der magnetfeldabhängige Fühler kann unter Ausnutzung des Halleffektes arbeiten oder den magnetoresistiven Effekt ausnutzen, also eine Veränderung des elektrischen Widerstandes je nach einem anliegenden Magnetfeld. Auch ein magneto-optischer Effekt kann mit entsprechenden zusätzlichen optischen Sensorelementen ausgenutzt werden.

Fig.4 zeigt eine Ausführungsform, bei der auch im Leistungswandler 24 der Magnetfluß weitgehend

kompensiert ist. Dazu wird das elektrische Signal vom magneto-elektrischen Signalwandler (Sensor) 25 einem Verstärker 48 zugeführt, der einen Strom I5 liefert, der zunächst durch eine Sekundärwicklung 49 des Leistungswandlers 24 fließt.

Die Windungszahlen der Primärwicklung 23 und dieser Sekundärwicklung 49 sowie der Verstärkungsgrad des Verstärkers 48 sind so bemessen, daß dadurch, bis auf einen kleinen Regelfehler, der Magnetfluß im Kern des Leistungswandlers 24 ausgeglichen wird. Der Ausgleichstrom I5 durchfließt weiter eine Sekundärwicklung 50 des Komparatorwandlers 22 zur Bürde 42; über den Trennkondensator 43 kann an der Klemme A das gleichstromfreie Ausgangssignal entnommen werden.

Wie in den vorangehenden Figuren ist weiter am Komparator Kern 22 eine Wicklung 44 angebracht, die über einen Verstärker 45 und einen U/I-Wandler 46 einen dem Rest-Magnetfluß im Kern des Wandlers 22 entsprechendes Wechselstromsignal I4 liefert, da es am Verbindungspunkt der Sekundärwicklungen 49 und 50 eingespeist wird und mit zur Bürde 42 fließt, wodurch eine sehr präzise Kompensation des Wechselstrom-Magnetflusses im Komparatorwandler 22 bewirkt wird.

Die Ausführungsform nach Fig.5 gleicht weitgehend derjenigen nach Fig.4 und trägt für entsprechenden Teile auch gleiche Bezugszeichen. Der Unterschied besteht darin, daß auch der Komparatorwandler 22 mit einem magneto-elektrischen Sensor 52 ausgerüstet ist, der das Durchflutungs-differenzsignal über einen Verstärker 53 und einen U/I-Wandler 54 als einen korrigierenden Kompensationsstrom I6 an den Verbindungspunkt der Wicklungen 49 und 50 liefert. Zur Bürde 42 fließt somit ein zusammengesetzter Strom $I5 + I6$, der am Komparatorwandler 22 auch für Gleichstrom kompensiert ist. Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß in der Bürde 42 am Ausgang Am ein Mischstrom zur Verfügung steht, der in einem sehr präzisen Verhältnis zum Primärmischstrom Ih steht, der also einen Gleichstromanteil enthält.

An einem Ausgang Ag kann über ein Wechselstrom sperrendes Filter 56 auch die wechselstromfreie Gleichstromkomponente entnommen werden.

In der Schaltung nach Fig.5 wird für beide Kerne eine optimale Gleichstrom-Kompensation erreicht, so daß ein Maximum an Genauigkeit für einen Sekundär-Mischstrom erzielt werden kann.

Durch das Kompensationsprinzip brauchen beide Wandler 22 und 24 nur sehr geringe Leistung zu übertragen, so daß sehr kleine Kerne Verwendung finden können. Die Leistung muß allerdings bei kompensierten Wandlern durch die Verstärker aufgebracht werden.

Zusammenfassend wurde mit der neuen Anordnung eine Stromwandleranordnung mit erhöhter Genauigkeit geschaffen, bei der ein Leistungswand-

ler (24) und ein Komparatorwandler (22) mit ihren Primärwicklungen (21,23) in einem Hauptstromkreis (Ih) in Reihe liegen, bei der vom Leistungswandler (13) ein Strom erzeugt wird, mit dem im Komparatorwandler (22) der Magnetfluß wenigstens nahezu zu Null kompensiert wird, wobei nach der Erfindung mit Hilfe eines magneto-elektrischen Signalwandlers (25) auch die Gleichstromkomponente des Hauptstromes (Ih) erfaßt und zur Kompensation mit herangezogen wird (Fig.2). Die Gleichstromkomponente kann sogar im Sekundärstrom als präzises Abbild des Primärstromes zur Verfügung stehen (Fig.5).

Ansprüche

1. Stromwandleranordnung mit erhöhter Genauigkeit, bei der ein Komparatorwandler (11;22) und ein Leistungswandler (13;24) mit ihren Primärwicklungen (10,12;21,13) in einem Hauptstromkreis in Reihe liegen, bei dem von einer Sekundärwicklung (17;18) des Leistungswandlers (13;24) ein Kompensationsstrom einer Wicklung (16;36) des Komparatorwandlers (11;22) zur Herabsetzung der Magnetisierung des Kernes des Komparatorwandlers (11; 22) zugeführt wird und bei der eine Indikator-Wicklung (19;36) des Komparatorwandlers (11;22) ein dem verbleibenden Magnetfluß entsprechendes Differenz-Signal abgibt, das (bei 20;37) verstärkt wird und als Differenzstrom einer anderen Wicklung (16;38) des Komparatorwandlers (11;22) zugeführt wird, wobei die Summe des Kompensationsstromes (I1;I3) und des Differenz-Stromes (I2;I4) das Ausgangssignal bilden, dadurch gekennzeichnet, daß der Leistungswandler (24) auch einen dem Gleichstromanteil des Hauptstromes (Ih) entsprechenden Anteil in den ersten Kompensationsstrom (I3) überträgt.

2. Stromwandleranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Gleichstromanteil des Hauptstromes (Ih) entsprechende Anteil des Meßstromes vor dem Ausgang (A) wieder entfernt wird.

3. Stromwandleranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Magnetfluß des Leistungsstromwandlers (24) ein magnetfeldabhängiger Signalwandler (Sensor) (25) angeordnet und an dem Eingang eines Verstärkers (26;27) angeordnet ist.

4. Stromwandleranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompensationsstrom (I3) zum Ausgang (A) hin eine getrennte Wicklung (28) des Komparatorwandlers (22) durchfließt.

5. Stromwandleranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Differenzstrom (I₄) eine getrennte Wicklung (38) des Komparatorwandlers (22) durchfließt. 5
6. Stromwandleranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompensationsstrom (I₃) und der Differenzstrom (I₄) die gleiche Wicklung (41) des Komparatorwandlers (22) zum Ausgang (A) hindurchfließen. 10
7. Stromwandleranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompensationsstrom (I₅) auch eine Wicklung (49) des Leistungswandlers (24) durchfließt. 15
8. Stromwandleranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Komparatorwandler mittels eines magnetfeldabhängigen Signalwandlers (52) mit Verstärker (53) und ggf. Strom-Spannungs-Wandler (54) ein Differenzstrom-Signal (I₆) erzeugt wird. 20
9. Stromwandleranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der magnetfeldabhängige Wandler (25;52) ein Hall-Generator (25;52) ist. 25
10. Stromwandleranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandler (25;52) ein magnetfeldabhängiges Widerstandselement ist. 30
11. Stromwandleranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der magnetfeldabhängige Wandler (25;52) ein magnetooptisches Element enthält. 35
12. Stromwandleranordnung nach Anspruch 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Gleichstromanteil entsprechende Anteil des Hauptstromes (I_h) zum Ausgang (A_m) übertragen wird, so daß dort ein Sekundärmischstrom zur Verfügung steht. 40 45

50

55

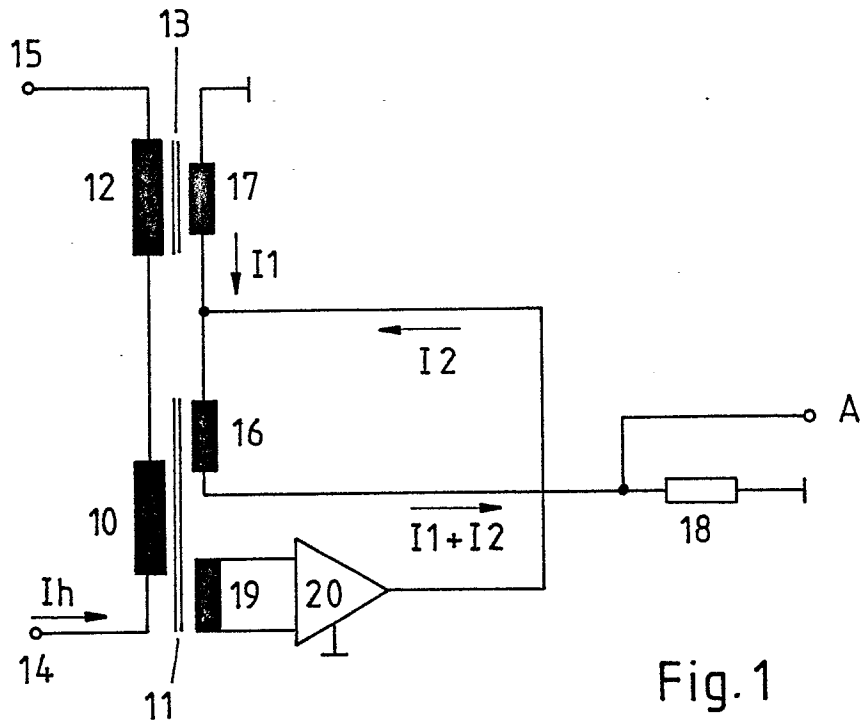


Fig. 1

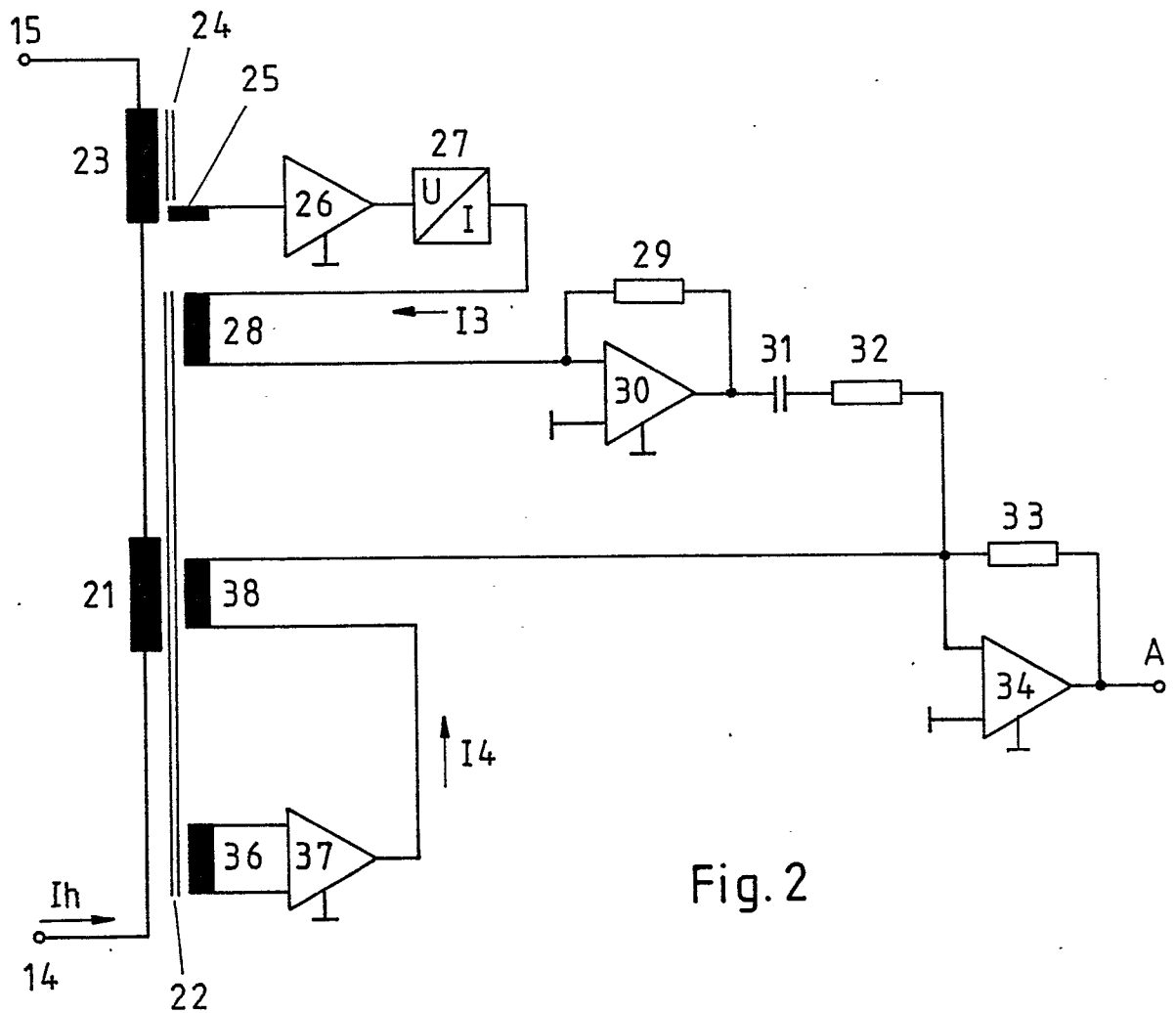


Fig. 2

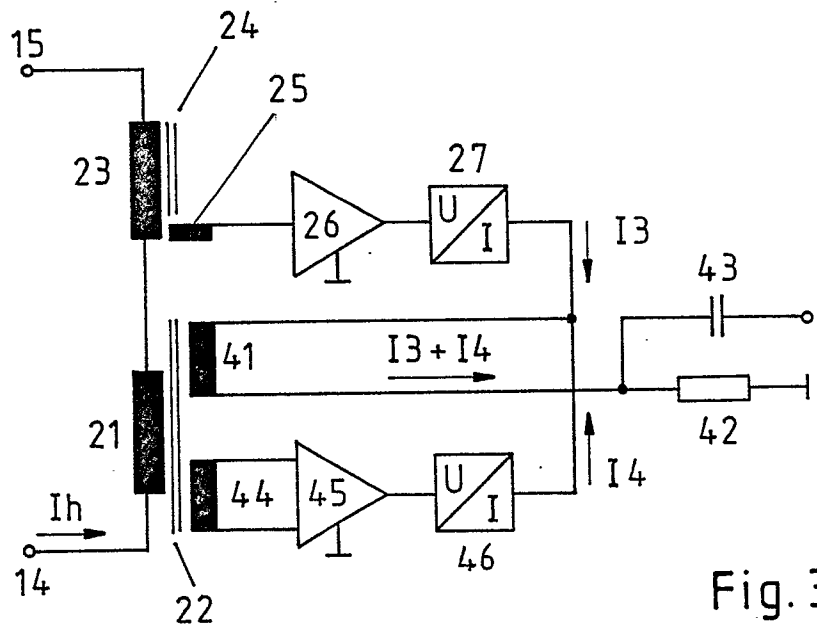


Fig. 3

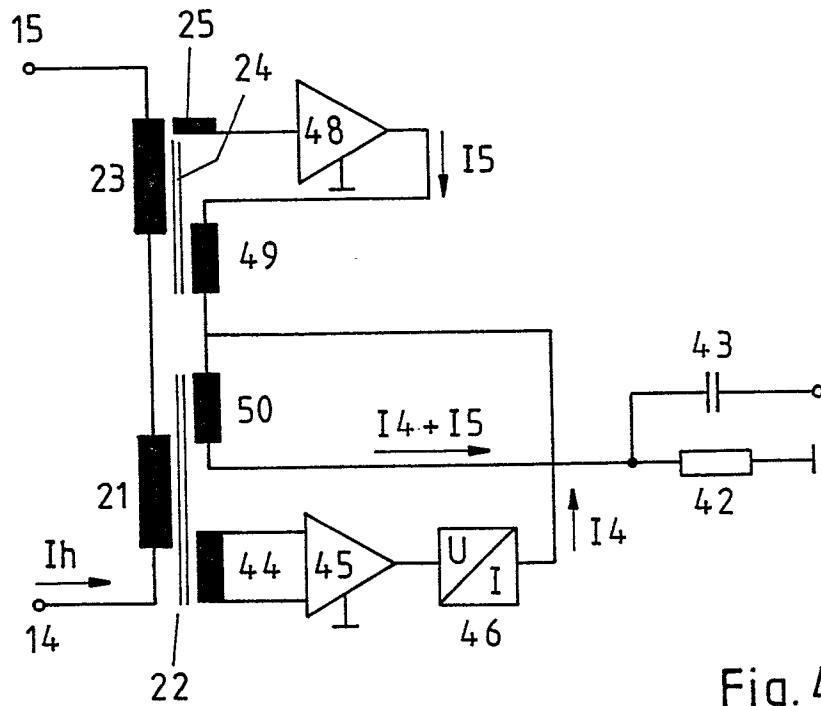


Fig. 4

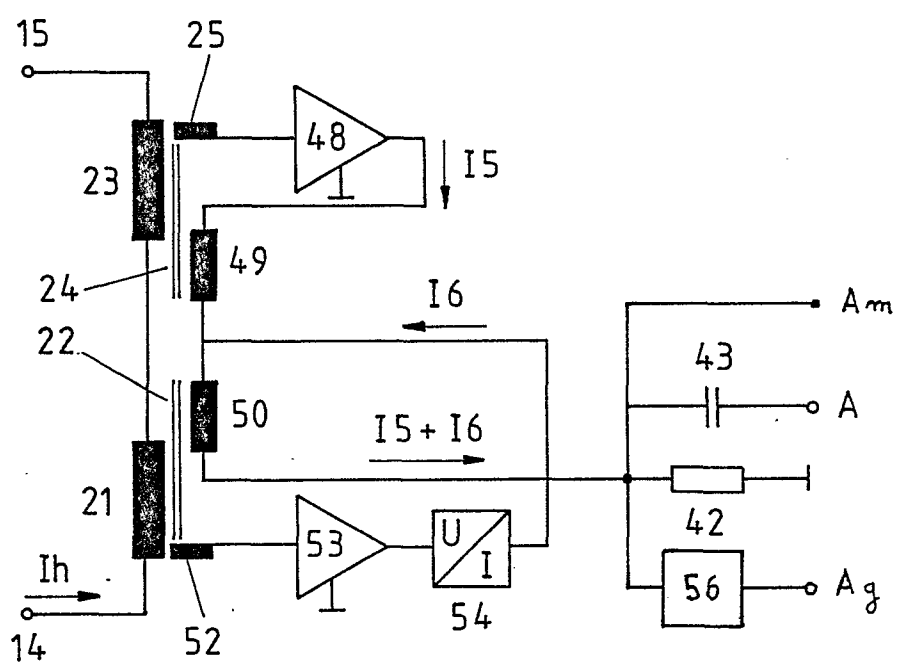


Fig. 5



EP 90108288.3

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
A	<u>EP - A1 - 0 267 498</u> (SIEMENS) * Fig. 1 * -----	1
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 31-08-1990
		Prüfer KUNZE
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN 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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		