

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 87115924.0

51 Int. Cl. 4: **H01F 40/14**

22 Anmeldetag: 29.10.87

30 Priorität: 11.11.86 DE 3638388
04.06.87 DE 3718756

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.05.88 Patentblatt 88/20

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI SE

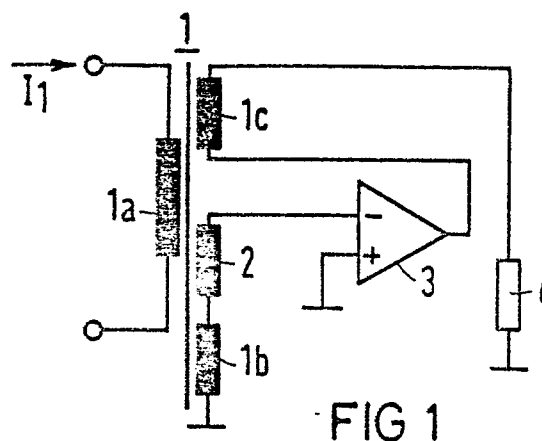
71 Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

72 Erfinder: **Fuchs, Gerhard, Dipl.-Phys.**
Carlo-Schmid-Strasse 21
D-8510 Fürth(DE)
Erfinder: **Schwendtner, Manfred, Dipl.-Ing.**
St. Gundekarstrasse 3
D-8501 Schwarzenbruck(DE)
Erfinder: **Vieweg, Gunther, Dipl.-Phys.**
Kesslerplatz 13a
D-8500 Nürnberg(DE)

54 **Flusskompensierter Stromwandler.**

57 Die Erfindung betrifft einen flußkompensierten Stromwandler mit einer Primärwicklung (1a), einer Sekundärwicklung (1c) und einer Detektorwicklung (1b) für den magnetischen Fluß. Bei Stromwandlern wird durch ein äußeres magnetisches Wechselfeld (Fremdfeld) ein Meßfehler hervorgerufen, der die Genauigkeit der Messung erheblich beeinträchtigt. Aufgabe der Erfindung ist es, eine vereinfachte Lösung zur Verminderung des Einflusses magnetischer Fremdfelder auf flußkompensierte Stromwandler anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Fremdfelddetektorwicklung (2) räumlich so angeordnet ist, daß sie zumindest näherungsweise von demselben Fremdfeld durchsetzt wird wie die Wicklungen (1a-1c) und daß das an der Fremdfelddetektorwicklung (2) anstehende Signal das Meßsignal des Stromwandlers (1) so beeinflusst, daß der Einfluß des Fremdfeldes kompensiert wird. Dabei kann eine Kompensation entweder im elektrischen Kreis durch Aufschaltung des Ausgangssignals der Fremdfelddetektorwicklung (2) auf den Meßsignalkreis oder im magnetischen Kreis durch Aufschaltung des Signals der Fremdfelddetektorwicklung (2) auf eine weitere Wicklung (8) des Stromwandlers (1) erfolgen.



EP 0 267 498 A1

Flußkompensierter Stromwandler

Die Erfindung betrifft einen flußkompensierten Stromwandler mit einer Primärwicklung, einer Sekundärwicklung und einer Detektorwicklung für den magnetischen Fluß.

Bei Stromwandlern wird durch ein äußeres magnetisches Wechselfeld (Fremdfeld) ein Meßfehler hervorgerufen, der die Genauigkeit der Messung erheblich beeinträchtigt. Fremdfelder können beispielsweise durch benachbarte stromführende Leitungen erzeugt werden. Bei Anwendung in Verrechnungszählern ist auch damit zu rechnen, daß der Versuch unternommen wird, das Meßergebnis durch äußere magnetische Felder bewußt zu beeinflussen.

Dieses Problem wurde bisher meist mit magnetischen Abschirmungen gelöst. Derartige Abschirmungen sind jedoch, wenn sie ausreichend wirksam sein sollen, relativ teuer und bedingen oftmals einen nicht unerheblichen zusätzlichen Montageaufwand.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine vereinfachte Lösung zur Verminderung des Einflusses magnetischer Fremdfelder auf flußkompensierte Stromwandler anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Fremdfelddetektorwicklung räumlich so angeordnet ist, daß sie zumindest näherungsweise von demselben Fremdfeld durchsetzt wird wie die Wicklungen und daß das an der Fremdfelddetektorwicklung anstehende Signal das Meßsignal des Stromwandlers so beeinflusst, daß der Einfluß eines Fremdfeldes kompensiert wird. Durch diese einfach durchzuführende Fremdfeldkompensation werden Einflüsse magnetischer Fremdfelder auf das Meßergebnis beseitigt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 9 näher erläutert.

FIG 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Stromwandler 1 weist in bekannter Weise eine Primärwicklung 1a, eine Sekundärwicklung 1c und eine Detektorwicklung 1b auf. Ferner ist eine Fremdfelddetektorwicklung 2 vorgesehen, die räumlich parallel zu den Wicklungen 1a bis 1c angeordnet ist, so daß sie möglichst von demselben Fremdfeld durchsetzt wird wie diese Wicklungen. Die Detektorwicklung 1b und die Fremdfelddetektorwicklung 2 sind in Reihe geschaltet und an den invertierenden Eingang eines Verstärkers 3 angeschlossen. An den Ausgang des Verstärkers 3 ist die Reihenschaltung der Sekundärwicklung 1c und eines Lastwiderstands 4 angeschlossen, wobei am Lastwiderstand 4 ein

dem Eingangsstrom proportionaler Spannungsabfall erzeugt wird.

Wenn man die Fremdfelddetektorwicklung 2 zunächst außer Betracht läßt, so weist diese Schaltung die beispielsweise aus der Literaturstelle "Technisches Messen atm", 1978, Heft 11, Seiten 407 bis 411 bekannte Funktion eines flußkompensierten Stromwandlers auf. Der den Stromwandler durchsetzende Fluß wird von der Detektorwicklung 1b erfaßt und das an dieser Wicklung entstehende Ausgangssignal mit dem Verstärker 3 verstärkt der Sekundärwicklung 1c zugeführt. Im Idealfall, d.h. wenn die Verstärkung des Verstärkers 3 gegen unendlich geht, wird der Strom durch die Sekundärwicklung 1c so eingestellt, daß der durch die Primärwicklung 1a verursachte Fluß gerade kompensiert wird, d.h. der Wandler flußfrei wird. Der durch die Sekundärwicklung 1c fließende Strom stellt dann ein Abbild des Primärstroms I_1 dar, wobei wegen der Flußkompensation Nichtlinearitäten des Stromwandlers das Meßergebnis nicht verfälschen. Allerdings gehen Fremdfelder, d.h. äußere magnetische Wechselfelder, die den Stromwandler durchsetzen, ohne entsprechende Kompensationsmaßnahmen voll mit in das Meßergebnis ein.

Um dies zu verhindern, ist die Fremdfelddetektorwicklung 2 vorgesehen, die solche Fremdfelder erfaßt und durch entsprechende Aufschaltung auf das von der Detektorwicklung 1b erfaßte Signal deren Wirkung auf das Meßergebnis eliminiert. Dies ist möglich, da bei dem flußkompensierten Stromwandler 1 im Kern der Primärfluß zu Null geregelt wird, so daß die Fremdfelddetektorwicklung keinen Primärfluß erfaßt.

Die im Wandlerkern durch das Fremdfeld erzeugte Spannung und die in der Fremdfelddetektorwicklung erzeugte Spannung müssen entgegengesetzt gleich sein. Die an einer Wicklung erzeugte Spannung U ist proportional der Windungszahl N der Wicklung und deren Fläche A . Für die Spannung U gilt:

$$U = - \frac{d B}{d t} \cdot N \cdot A$$

Im Falle der Kompensation gilt:

$$U_{1b} = U_2$$

wobei U_{1b} die in der Detektorwicklung 1b induzierte Spannung und U_2 die in der Fremdfelddetektorwicklung 2 erzeugte Spannung ist.

Da die Induktion beim Übergang von einem Medium (Eisenkern des Stromwandlers) zum anderen (Luft zwischen Fremdfelddetektorwicklung 2

und Wandlerkern) konstant ist, folgt:

$$N_{1b} \cdot A_{1b} = N_2 \cdot A_2$$

Dabei sind N_{1b} , N_2 die Windungszahlen der Detektorwicklung 1b bzw. der Fremdfelddetektorwicklung 2 und A_{1b} , A_2 die jeweiligen Spulenflächen.

FIG 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Fremdfelddetektorwicklung 2 über einen Verstärker 5 mit der Detektorwicklung 1b verbunden ist. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die Fremdfelddetektorwicklung 2 entsprechend der Verstärkung des Verstärkers 5 weniger Windungen haben muß. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Fremdfelddetektorwicklung 2 als gedruckte Schaltung ausgeführt ist.

Anstatt die von der Detektorwicklung 1b und von der Fremdfelddetektorwicklung 2 nach Verstärkung durch den Verstärker 5 gelieferten Spannungen durch Reihenschaltung zu addieren, kann man denselben Effekt auch erreichen, wenn man den Verstärker 3 als Summierverstärker verwendet. Dies kann z.B. gemäß einem Ausführungsbeispiel nach FIG 3 dadurch erfolgen, daß man die Detektorwicklung 1b über einen Widerstand 7 und die Fremdfelddetektorwicklung 2 über einen Verstärker 5 und einen Widerstand 6 mit dem invertierenden Eingang des Verstärkers 3 verbindet.

In einer alternativen Ausführungsform gemäß FIG 4 wird die Detektorwicklung 1b mit dem invertierenden Eingang des Verstärkers 3 und der Ausgang des Verstärkers 5 mit dem nichtinvertierenden Eingang des Verstärkers 3 verbunden. Hierbei muß die Polung der Fremdfelddetektorwicklung 2 selbstverständlich umgekehrt werden.

Bei den bisherigen Ausführungen der Erfindung wird der durch Fremdfeldeinwirkung verursachte Meßfehler dadurch aufgehoben, daß die Signale der Detektorwicklung 1b um den durch die Fremdfeldeinwirkung erzeugten Signalanteil vermindert werden. Am Widerstand 4 wird dadurch eine weitgehend fremdfeldunabhängige Meßspannung erhalten. Der durch Fremdfeldeinwirkung erzeugte Fluß im Eisen des Stromwandlers wird jedoch nicht kompensiert, was bei extrem hoher Fremdfeldeinwirkung durch Hysteresisverluste zu temperaturabhängigen Größen- und Winkelfehlern des Meßwertes führen kann.

In weiteren vorteilhaften Ausführungsformen gemäß den FIG 5 und 7 bleibt auch bei Fremdfeldeinwirkung der Stromwandler flußfrei und damit wird das vorstehend genannte Problem vermieden.

FIG 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Signale der Detektorwicklung 1b dem invertierenden Eingang eines Verstärkers 3 zugeführt werden. Das Ausgangssignal des Verstärkers 3 wird über die Sekundärwicklung 1c und einen Widerstand 4 einem ersten invertierenden

Eingang eines Summierverstärkers 11 zugeführt. Die Ausgangssignale der Fremdfelddetektorwicklung 2 werden über einen invertierenden Verstärker 5 und einen Widerstand 10 dem zweiten invertierenden Eingang des Summierverstärkers 11 zugeführt.

Die Signale der Detektorwicklung 1b werden über den Verstärker 3 der Sekundärspule 1c zugeführt. Durch diese Schaltungsmaßnahme wird der Fluß im Eisen des Stromwandlers 1 vollständig kompensiert. Dieser Fluß setzt sich aus einem durch die Primärwicklung 1a erzeugten Anteil und aus einem durch Fremdfeldeinwirkung erzeugten Anteil zusammen. Damit liegt an dem der Sekundärspule 1c nachgeschalteten Widerstand 4 eine Spannung proportional zum Primärstrom und zur Fremdfeldeinwirkung an.

Am Widerstand 10 liegt eine durch das Fremdfeld in der Fremdfelddetektorwicklung 2 erzeugte und über den Verstärker 5 verstärkte Spannung an.

Am Summierpunkt des Summierverstärkers 11 werden die von der Sekundärwicklung 1c und vom Verstärker 5 abgegebenen Spannungen addiert und dem Eingang des Summierverstärkers 11 zugeführt.

Am Ausgang des Summierverstärkers 11 wird ein zum Primärstrom proportionales und um die Fremdfeldeinwirkung vermindertes Signal erhalten.

In einem Drehstromnetz nach FIG 6 ist jeder Phase ein Stromwandler 1,1',1" zugeordnet. Dabei werden die Signale der Detektorwicklungen 1b,1b',1b" über die Verstärker 3,3',3" den Sekundärspulen 1c,1c',1c" zugeführt. Durch diese Schaltungsmaßnahme wird der Fluß im Eisen jedes Stromwandlers 1,1',1" zu Null geregelt. Den Sekundärspulen 1c,1c',1c" ist jeweils ein Widerstand 4,4',4" nachgeschaltet, an denen eine Spannung proportional zum Primärstrom jeder Phase und zur Fremdfeldeinwirkung anliegt.

Im Drehstromnetz können die durch Fremdfeldeinwirkung in jedem Stromwandler 1,1',1" erzeugten Spannungen dadurch kompensiert werden, daß die Spannungen nur einer Fremdfelddetektorwicklung 2 über einen Verstärker 5 und einen Widerstand 10,10',10" je Phase einem ersten invertierenden Eingang eines Summierverstärkers 11,11',11" jeder Phase zugeführt werden. Der Widerstand 4,4',4" jeder Phase ist mit einem zweiten invertierenden Eingang des Summierverstärkers 11,11',11" jeder Phase verbunden. Im Summierpunkt der Summierverstärker 11,11',11" wird die Ausgangsspannung der Sekundärwicklung 1c,1c',1c" jeder Phase um die Spannung am Ausgang des Verstärkers 5 vermindert, so daß am Ausgang jedes Summierverstärkers 11,11',11" ein dem Primärstrom jeder Phase proportionales Ausgangssignal erhalten wird.

Der Abgleich dieser Anordnung ist sowohl für

Einleiternetze als auch für Drehstromnetze sehr einfach. Die Verstärkung des Verstärkers 5 wird bei Einwirkung eines Fremdfeldes ohne Primärstrom solange verändert, bis am Ausgang der Summierverstärker 11 keine Spannung anliegt.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel nach FIG 7 steuert die Fremdfelddetektorwicklung 2 über einen Verstärker 5 eine auf den Kern des Stromwandlers 1 gewickelte Wicklung 8 an. Durch entsprechende Dimensionierung der Windungsverhältnisse der Fremdfelddetektorwicklung 2 und der Wicklung 8 sowie des Verstärkungsfaktors des Verstärkers 5 wird erreicht, daß das mit der Fremdfelddetektorwicklung 2 erfaßte Fremdfeld im Stromwandler 1 kompensiert wird.

FIG 8 zeigt ein Beispiel für die Anordnung der Fremdfelddetektorwicklung 2. Im Ausführungsbeispiel wird ein E-förmiger Kern 9 verwendet, auf dessen Innenschenkel die Primärwicklung 1a, die Detektorwicklung 1b und die Sekundärwicklung 1c aufgewickelt sind. Auf die beiden Außenschenkel des Kerns 9 ist die Fremdfelddetektorwicklung 2 aufgebracht.

Wenn der Stromwandler auf einer Leiterplatte angeordnet wird, so kann die Fremdfelddetektorwicklung auch in die Leiterplatte im Bereich des Stromwandlers eingeätzt werden. Bei einem in FIG 9 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Leiterplatte beispielsweise im Bereich des Stromwandlers 1 mit einem Leiter mit schneckenförmigen Windungen als Fremdfelddetektorwicklung 2 ausgeführt. Da hierbei nur wenige Windungen möglich sind, ist eine Verstärkung mit einem Verstärker 5 gemäß den Ausführungsbeispielen nach den FIG 2 bis 7 notwendig.

Ansprüche

1. Flußkompensierter Stromwandler mit einer Primärwicklung (1a), einer Sekundärwicklung (1c) und einer Detektorwicklung (1b) für den magnetischen Fluß,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine Fremdfelddetektorwicklung (2) räumlich so angeordnet ist, daß sie zumindest näherungsweise von demselben Fremdfeld durchsetzt wird wie die Wicklungen (1a - 1c) und daß das an der Fremdfelddetektorwicklung (2) anstehende Signal das Meßsignal des Stromwandlers (1) so beeinflusst, daß der Einfluß eines Fremdfeldes kompensiert wird.

2. Flußkompensierter Stromwandler nach Anspruch 1, wobei ein von der Detektorwicklung (1b) angesteuerter Verstärker (3) ausgangsseitig in Reihe zur Sekundärwicklung (1c) geschaltet ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Fremdfelddetektorwicklung (2) in Reihe zur Detektorwicklung (1b) geschaltet ist.

3. Flußkompensierter Stromwandler nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß von der Fremdfelddetektorwicklung (2) ein Verstärker (5) angesteuert wird, der ausgangsseitig in Reihe zur Detektorwicklung (1b) geschaltet ist.

4. Flußkompensierter Stromwandler nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die von der Detektorwicklung (1b) und von der Fremdfelddetektorwicklung (2) abgegebenen Signale dem als Summierverstärker geschalteten Verstärker (3) zugeführt werden.

5. Flußkompensierter Stromwandler nach Anspruch 4 für Drehstrom,

dadurch gekennzeichnet,

daß je Phase ein Summierverstärker (3) vorgesehen ist, dem die Signale der Detektorwicklung (1b) jeder Phase und einer allen Phasen gemeinsamen Fremdfelddetektorwicklung (2) zugeführt sind.

6. Flußkompensierter Stromwandler nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die von der Fremdfelddetektorwicklung (2) und der Sekundärwicklung (1c) abgegebenen Signale dem Eingang eines Verstärkers (11) so zugeführt werden, daß am Ausgang des Verstärkers (11) ein fremdfeldkompensiertes und dem Primärstrom proportionales Signal erhalten wird.

7. Flußkompensierter Stromwandler nach Anspruch 1, wobei ein von der Detektorwicklung 1b angesteuerter Verstärker (3) ausgangsseitig in Reihe zur Sekundärwicklung (1c) geschaltet ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Sekundärwicklung (1c) mit einem ersten Eingang eines Summierverstärkers (11) verbunden ist,

daß das Signal der Fremdfelddetektorwicklung (2) über einen weiteren Verstärker (5) einem zweiten Eingang des Summierverstärkers (11) so zugeführt wird, daß am Ausgang des Summierverstärkers (11) ein fremdfeldkompensiertes und dem Primärstrom proportionales Signal erhalten wird.

8. Flußkompensierter Stromwandler nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß für Drehstrom je Phase ein Summierverstärker (11) vorgesehen ist, mit dessen erstem Eingang jeweils die Sekundärwicklung (1c) dieser Phase verbunden ist und daß eine allen Phasen gemeinsame Fremdfelddetektorwicklung (2) mit nachgeschaltetem Verstärker (5) vorgesehen ist, wobei der Verstärker (5) ausgangsseitig mit den zweiten Eingängen der Summierverstärker (11) aller Phasen verbunden ist.

9. Flußkompensierter Stromwandler nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß das von der Fremdfelddetektorwicklung (2) abgegebene Signal über einen Verstärker (5) eine Kompensationswicklung (8) des Stromwandlers (1) so ansteuert, daß das Fremdfeld im Stromwandler (1) magnetisch kompensiert wird.

5

10. Flußkompensierter Stromwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

10

dadurch gekennzeichnet,

daß die Fremdfelddetektorwicklung (2) räumlich den gesamten Stromwandler (1) umfaßt.

11. Flußkompensierter Stromwandler nach Anspruch 10, wobei der Stromwandler (1) auf einer Leiterplatte montiert ist,

15

dadurch gekennzeichnet,

daß die Fremdfelddetektorwicklung (2) als gedruckte Schaltung auf der Leiterplatte ausgeführt ist.

20

12. Flußkompensierter Stromwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit einem mehrschenkligen Magnetkern (8),

dadurch gekennzeichnet,

daß die Fremdfelddetektorwicklung (2) auf mindestens einem Schenkel des Magnetkerns (9) angebracht ist.

25

30

35

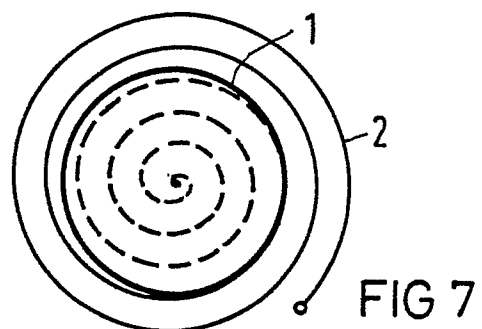
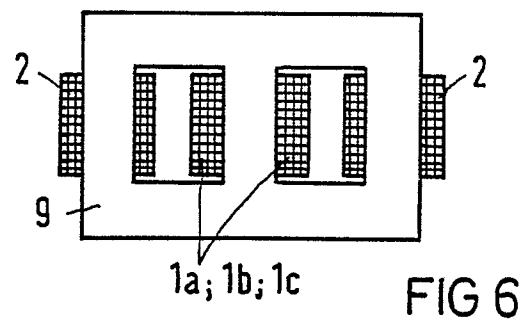
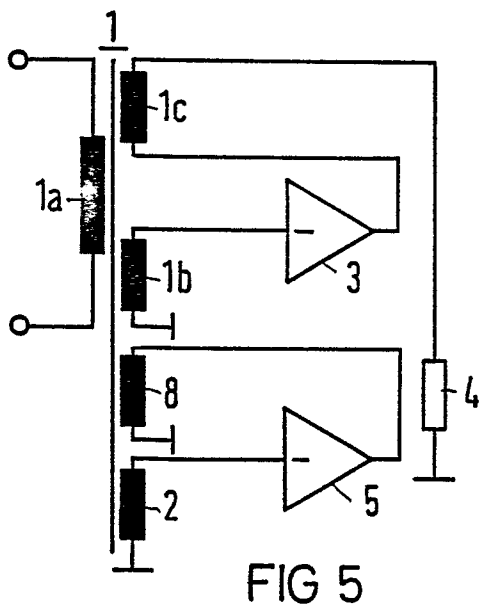
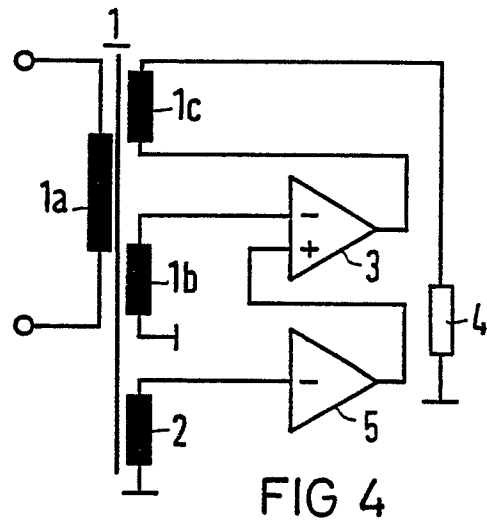
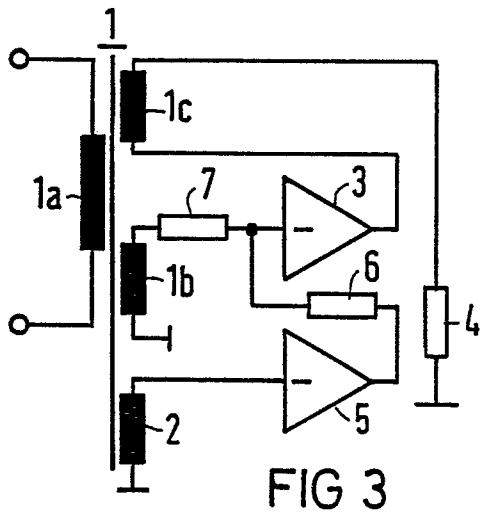
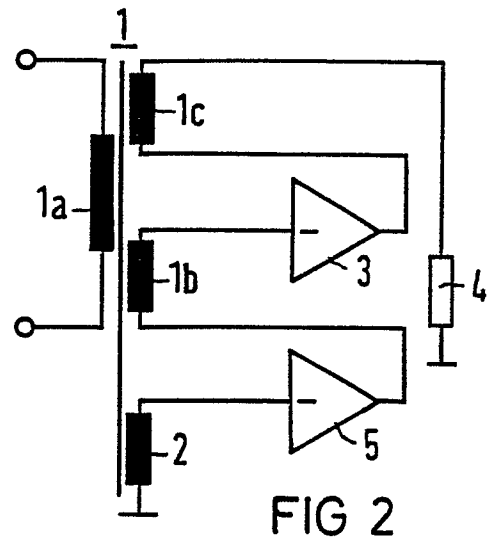
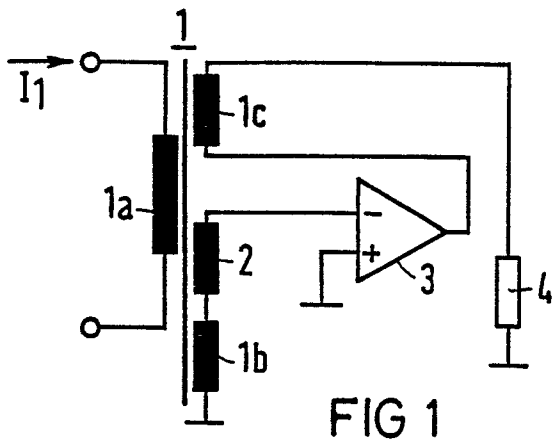
40

45

50

55

86 P 8574





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 87 11 5924

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D,A	TECHNISCHES MESSEN ATM, Heft 11, 1978, Seiten 307-41; G. STEINMÜLLER: "Ein genauer elektronischer Elektrizitätszähler" * Seite 408, Absatz 2; Figur 3 * ---	1	H 01 F 40/14
A	1984 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, CONTROL AND INSTRUMENTATION, 22.-26. Oktober 1984, Tokyo, Band 1, Seiten 646-650; T. SONODA et al.: "AC-DC current transducer reducing impulsive electrostatic induction noise" -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			H 01 F G 01 R H 02 M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 05-02-1988	Prüfer MOUEZA, A.J.L.
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 Patendokument, 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			