



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.04.2003 Patentblatt 2003/17**

(51) Int Cl.7: **B61L 5/18, H05B 37/03**

(21) Anmeldenummer: **01124191.6**

(22) Anmeldetag: **11.10.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
 • **Giugni, Andrea**  
**8105 Regensdorf (CH)**  
 • **Schmid, Rolf**  
**8800 Thalwil (CH)**

(71) Anmelder: **Siemens Schweiz AG**  
**8047 Zürich (CH)**

(54) **Vorrichtung zur Überwachung und/oder Regelung von schienengebundenen Verkehr**

(57) Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Überwachung und/oder Regelung des schienengebundenen Verkehrs anzugeben, die es erlaubt, die Funktion des Leuchtmittels rückwirkungsfrei auf den Stromkreis des Leuchtmittels zu überprüfen und gleichzeitig eine gesicherte Aussage über die Höhe des im Stromkreis des Leuchtmittels fließenden Stroms zulässt.

Erfindungsgemäss ist eine Vorrichtung zur Überwachung und/oder Regelung von schienengebundenem Verkehr vorgesehen, bei der eine transformatorische Kopplung (K) und zugleich eine galvanische Trennung

zwischen einem Signalstromkreis (20), insbesondere einem Stromkreis (20) eines Signalleuchtmittels (22), und einem Überwachungsstromkreis (24, 26) realisiert sind. Dabei ist die Windungszahl  $N_1$  der Primärwicklung ( $K_P$ ) des Signalstromkreises (20) kleiner als die Windungszahl  $N_2$  der Sekundärwicklung ( $K_{S1}$ ,  $K_{S2}$ ) des Überwachungsstromkreises (24, 26). Ferner ist die Sekundärwicklung ( $K_{S1}$ ,  $K_{S2}$ ) an ein Mittel (OP1, OP2) angeschlossen, das die Sekundärwicklung ( $K_{S1}$ ,  $K_{S2}$ ) zumindest annähernd kurzschlussbeschaltet und ein dem Stromfluss ( $I_P$ ) im Signalstromkreis (20) entsprechendes Ausgangssignal ( $U_{out1}$ ,  $U_{out2}$ ) liefert.

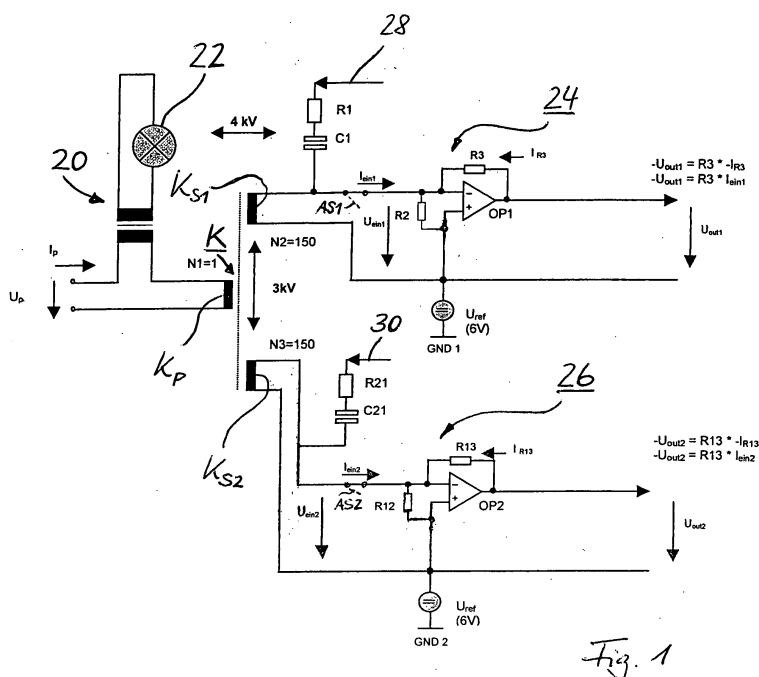


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Überwachung und/oder Regelung von schienenengebundenem Verkehr.

**[0002]** Im besonderen der schienengebundene Verkehr stellt hohe Anforderungen an die Sicherheit der beförderten Personen und Güter. Diese Sicherheitsanforderungen sind in der europäischen Norm EN 50 129 mit den Stufen SILO bis SIL4 definiert. Es bedarf daher eines auf einem hohen Sicherheitsstandard beruhenden Systems für die Überwachung und/oder Regelung der verschiedenen ein Schienennetz frequentierenden Züge.

**[0003]** Zur Steuerung der Züge sind optische Signale und gleisseitig installierte Einrichtungen zur punkt- und/oder linienförmigen Zugbeeinflussung, wie z.B. Balisen und/oder Leckkabel, vorgesehen. Während mit Signalen nur qualitative Instruktionen, wie z.B. HALT, LANGSAMFAHRT, FAHRT, auf Sicht gegeben werden können, werden mit den punkt- und/oder linienförmigen Einrichtung zur Zugbeeinflussung daneben auch quantitative Grössen, wie zulässige Höchstgeschwindigkeit, Streckensteigung, Streckenneigung, berührungslos auf den Führerstand einer Lokomotive übertragen, wie dies beispielsweise in der schweizerischen Patentschrift 672 913 beschrieben ist. Gleichwohl werden heutzutage auch die qualitativen Instruktionen, d.h. der an einem Signal anliegende Signalbegriff, auf die Lokomotive übertragen.

**[0004]** Der einzustellende Signalbegriff wird dabei von einem Stellwerk an das Signal, d.h. in der Regel an eine neben dem Gleis angeordnete Signalsteuerungseinheit (LEU), gemeldet und entsprechend auf das Signal aufgeschaltet. Dem anliegenden Signalbegriff entsprechende Signalleuchtmittel sind daraufhin eingeschaltet. Als Signalleuchtmittel werden in der Regel Glühlampen oder LED-Leuchten verwendet, bei denen im Versorgungsstromkreis des Signalleuchtmittels Wechselströme mit Effektivwerten bis zu etwa 4 Ampère fließen und Wechselspannungen mit Effektivwerten von bis zu 400 Volt, in der Regel 12 bis 300 Volt, bei für den Bahnbetrieb typischen Frequenzen (16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz) anliegen.

**[0005]** Für die Sicherheit des Bahnbetriebs ist es daher besonders bedeutsam, dass die Funktion der Signalleuchtmittel, d.h. die tatsächliche Anzeige der aktuellen Signalbegriffes, sichergestellt und damit geeignet überwacht wird. Dabei werden bisher Vorrichtungen benutzt, die den Spannungsabfall über dem Leuchtmittel messen. Diese im Grunde auf den Signalstromkreis weitestgehend rückwirkungsfreie Messmethode ist jedoch mit dem Nachteil behaftet, dass die Widerstandswerte für das Leuchtmittel schwanken können und so die Aussage über den Zustand des Leuchtmittels verfälschen können. So kann beispielsweise ein korrodierter Kontakt das Ergebnis der Spannungsmessung schnell hochohmig werden lassen und somit einen völlig

falschen Zustand des Leuchtmittels melden oder sogar den Stromfluss im Stromkreis des Leuchtmittels drosseln, so dass die Leuchtdichte in unzulässiger Weise abnimmt.

**[0006]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Überwachung und/oder Regelung des schienengebundenen Verkehrs anzugeben, die es erlaubt, die Funktion des Leuchtmittels rückwirkungsfrei auf den Stromkreis des Leuchtmittels zu überprüfen und gleichzeitig eine gesicherte Aussage über die Höhe des im Stromkreis des Leuchtmittels fließenden Stroms zulässt.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass eine Vorrichtung zur Überwachung und/oder Regelung von schienenengebundenem Verkehr, vorgesehen ist, bei der eine transformatorische Kopplung und zugleich eine galvanische Trennung zwischen einem Signalstromkreis, insbesondere einem Stromkreis eines Signalleuchtmittels, und einem Überwachungsstromkreis realisiert sind, wobei die Windungszahl  $N_1$  der Primärwicklung des Signalstromkreises kleiner als die Windungszahl  $N_2$  der Sekundärwicklung des Überwachungsstromkreises ist und die Sekundärwicklung an ein Mittel angeschlossen ist, das die Sekundärwicklung zumindest annähernd kurzschlussbeschaltet und ein dem Stromfluss im Signalstromkreis entsprechendes Ausgangssignal liefert.

**[0008]** Auf diese Weise wird es erreicht, dass nur ein durch das Verhältnis der Windungszahlen in geeigneten Grenzen einstellbarer Anteil des im Signalstromkreis fließenden Stroms in den Überwachungsstromkreis ausgekoppelt wird und dort durch die zumindest annähernde Kurzschlussbeschaltung egalisiert wird. Damit ist die Gegeninduktion aus dem Überwachungsstromkreis heraus in den Signalstromkreis annähernd nihilisiert, weil an der Sekundärwicklung quasi keine Spannung entstehen kann. Zugleich ist durch Egalisierung des ausgekoppelten Stroms die Möglichkeit geschaffen, die hierzu erforderliche Spannung als Signal für die weitere Auswertung heranzuziehen.

**[0009]** Weil es hinsichtlich der Vermeidung der Rückwirkung des Überwachungsstromkreises auf den Signalstromkreis besonders bedeutsam ist, einen eher kleinen Anteil des im Signalstromkreis fließenden Strom auszukoppeln, ist es zweckmässig, wenn die Windungszahl  $N_1$  der Primärwicklung 5 nicht überschreitet und die Windungszahl  $N_2$  der Sekundärwicklung 50 nicht unterschreitet. Um die Sicherheit hinsichtlich der im Signalstromkreis erzielten elektrischen Leistung, d.h. im besonderen die erzielbare Leuchtdichte, ganz sicher nicht zu gefährden, sind Werte für die Windungszahlen von  $N_1 = 1$  und  $N_2 = 150$  besonders geeignet.

**[0010]** Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht es vor, dass das Mittel eine stromgesteuerte Spannungsquelle ist, bei der ein im Überwachungsstromkreis fließender Strom über einen Gegenkopplungswiderstand abfließt. Durch die vom ausge-

koppelten Strom gesteuerte Ausgangsspannung der Spannungsquelle liefert die Höhe der Spannung daher ein direktes Mass für die Höhe des im Signalstromkreis fliessenden Stroms. Besonders einfach schaltungsmässig umsetzbar ist dieses voranstehende Merkmal, wenn die Sekundärwicklung an den Eingang eines Operationsverstärkers angeschlossen ist und der Ausgang des Operationsverstärkers über einen Rückkopplungswiderstand auf einen Ast des Eingangs des Operationsverstärkers geschaltet ist.

**[0011]** Es ist damit besonders gegenüber den im Stand der Technik bekannten Lösungen möglich geworden, am Überwachungsstromkreis eine Spannung abzugreifen, die direkt proportional zu dem im Signalstromkreis fliessenden Strom ist, wobei die Spannung besonders einfach am Ausgang eines invertierenden Operationsverstärkers abnehmbar ist.

**[0012]** Aufgrund der Tatsache, dass der Eingang des Operationsverstärkers auf einem festen Bezugspotential, d.h. quasi auf Masse, liegt, führt diese zu einer vergleichsweise hohen Offsetspannung am Operationsverstärkerausgang. Um diese vergleichsweise hohe Offsetspannung kompensieren zu können, sind Mittel vorgesehen, die zur Begrenzung des Eingangsoffsetstroms am Eingang des Operationsverstärkers angeschlossen sind. Ein geeignetes Mittel zu diesen Zweck ist eine aktive Eingangsoffsetstromkompensation mit einem weiteren Operationsverstärker, der ebenfalls als invertierender Operationsverstärker in Gegenkopplung geschaltet ist.

**[0013]** Weil die Vorrichtung in der Regel im gleisnahen Bereich angeordnet ist, ist sie an dieser Position aufgrund der hohen in Lokomotiven fliessenden Traktionsströme auch erheblich magnetischen Wechselfeldern ausgesetzt, die in von ihnen durchdrungenen Leiterschleifen Wechselspannungen induzieren, die proportional zur wirksamen von der magnetischen Flussänderung durchdrungenen Fläche sind. Damit ist es für die Sicherstellung der Überwachungsfunktion besonders bedeutsam, wenn der Flächeninhalt des Überwachungsstromkreises weniger als  $2 \text{ cm}^2$ , vorzugsweise weniger als  $1 \text{ cm}^2$ , beträgt.

**[0014]** Um auch den Sicherheitsanforderungen hinsichtlich der Redundanz genügen zu können, ist der Überwachungsstromkreis mindestens zweikanalig ausgebildet.

**[0015]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den übrigen Unteransprüchen zu entnehmen.

**[0016]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 ein Prinzipschaltbild eines Stromabgriffs an einem Lampenstromkreis eines Eisenbahnsignals; und

Figur 2 das Prinzipschaltbild gemäss Figur 1 mit einer zusätzlichen Schaltung zur Kompensati-

on der Offsets Ausgangsspannung.

**[0017]** Figur 1 zeigt ein Prinzipschaltbild eines Stromabgriffs an einem Lampenstromkreis 20 für eine Eisenbahnsignallampe 22. Im Ausführungsbeispiel wird die Eisenbahnsignallampe 22 von einer Versorgungsspannung  $U_P$  mit 100 Volt, 50 Hz, versorgt, wobei ein Strom  $I_P$  von 0.2 Ampère im Lampenstromkreis 20 fliesst. Mittels einer transformatorischen Kopplung K sind zwei redundant ausgeführte Überwachungsstromkreise 24, 26 zum Abgriff des im Lampenstromkreis 20 fliessenden Stroms  $I_P$  an den Lampenstromkreis 20 angekoppelt. Bei dieser Ankopplung K ist zwischen dem Lampenstromkreis 20 und den Überwachungsstromkreisen 24, 26 zugleich eine galvanische Trennung von 4 kV erzielt, die beiden Überwachungsstromkreise 24, 26 sind gegeneinander galvanisch mit 3 kV getrennt.

**[0018]** Die transformatorische Kopplung K besteht auf der Primärseite  $K_P$  mit einer einzigen auf einen Ferritkern gewickelten Windung (primärseitige Windungszahl  $N_1 = 1$ ). Auf der Sekundärseite  $K_{S1}$  und  $K_{S2}$  sind auf diesem Ferritkern für jeden Überwachungsstromkreis 24, 26 eine sekundärseitige Windungszahl  $N_2$  von 150 Windungen vorgesehen. Bei Annahme eines idealen Transformators wird daher nur etwa  $1/150$  des auf der Primärseite  $K_P$  fliessenden Stroms  $I_P$  als Strom  $I_{ein1}$ ,  $I_{ein2}$  in die Überwachungsstromkreise 24, 26 eingekoppelt. Diese "Stromleckage" kann daher noch als vollkommen rückwirkungsfrei auf den Lampenstromkreis 20 angesehen werden, d.h. im besonderen die mit der Signallampe 22 erzielte Leuchtdichte wird nur vernachlässigbar abgeschwächt.

**[0019]** Die im sicherheitstechnischen Sinne aber relevante Rückwirkungsfreiheit wird jedoch dadurch erzielt, dass die von den induzierten Strömen  $I_{ein1}$ ,  $I_{ein2}$  verursachten Spannungen  $U_{ein1}$ ,  $U_{ein2}$  an den Eingang jeweils eines als invertierender Stromverstärker arbeitenden Operationsverstärker OP1, OP2 gelegt sind. Auf diese Weise bewirken die Ströme  $I_{ein1}$ ,  $I_{ein2}$  zwar an den Differenzeingängen der Operationsverstärker OP1, OP2 die Spannungen  $U_{ein1}$ ,  $U_{ein2}$ , die jedoch die Ausgänge der Operationsverstärker OP1, OP2 mit Ausgangsspannungen  $U_{out1}$ ,  $U_{out2}$  soweit aussteuern, dass die Ströme  $I_{ein1}$ ,  $I_{ein2}$  über Gegenkopplungswiderstände R3, R13 abfliessen. Dadurch gehen die Spannungsdifferenzen  $U_{ein1}$ ,  $U_{ein2}$  an den Differenzeingängen der Operationsverstärker OP1, OP2 weitestgehend gegen Null, d.h. bei geeignet grosser Verstärkung der Operationsverstärker OP1, OP2 schwanken die Spannungsdifferenzen  $U_{ein1}$ ,  $U_{ein2}$  nur wenige Millivolt um 0 Volt. Die Sekundärseiten  $K_{S1}$ ,  $K_{S2}$  "sehen" elektrisch daher einen Kurzschluss. Auf diese Weise treten keine durch Gegeninduktion verursachten Störungen im Lampenstromkreis 20 auf.

**[0020]** Für die sicherheitsrelevante Auswertung der Ausgangsspannungen  $U_{out1}$ ,  $U_{out2}$  ist es daher von besonderem Vorteil, dass die Ströme  $I_{ein1}$ ,  $I_{ein2}$  eine zu ihrer Grösse proportionale Spannung erzeugen. Es gilt

daher, dass  $U_{out1} = I_{R3} \cdot R3 = -I_{ein1} \cdot R3$  ist; entsprechendes gilt für die Ausgangsspannung  $U_{out2}$ . Auf diese Weise ist es möglich, nicht nur zu erkennen, ob die Signallampe 22 überhaupt brennt, sondern auch erkennen zu können, eine ausreichende Lichtausbeute, die vom durchfließenden Strom  $I_p$  abhängig ist, erzielt ist. Entsprechend kann die Höhe der Ausgangsspannungen  $U_{out1}$ ,  $U_{out2}$  mittels nachgeschalteter Logikeinheiten (hier nicht weiter dargestellt) ausgewertet und an ein Stellwerk übermittelt werden und/oder für die drahtlose Übertragung des Resultats auf eine Lokomotive und/oder einen Steuerwagen in einer Balise und/oder einem Leckkabel aufbereitet werden.

**[0021]** Die auf diese Weise vorgenommene Überwachung des Lampenstromkreises 20 beruht daher auf der Höhe des tatsächlich im Lampenstromkreis 20 fließenden Stroms  $I_p$ , so dass selbst ein für die gewünschte Lichtausbeute nicht mehr ausreichender Strom als dringend zu überprüfender Fehler registriert werden kann.

**[0022]** Ein Test der Überwachungsstromkreise 24, 26 auf korrekte Funktion kann dabei jederzeit vorgenommen werden. Hierzu sind zum einen als Hochpass mit in Reihe geschaltetem Widerstand R1, R21 und Kapazität C1, C21 ausgestaltete Stromeinkoppelpfade 28, 30 und zum anderen Analog-Switches AS1, AS2 vorgesehen. Mittels der Stromeinkoppelpfade 28, 30 kann durch die Einkopplung eines Wechselstroms die aktive Stromverstärkung durch die Operationsverstärker OP1, OP2 getestet werden. Durch das Öffnen der Analog-Switches AS1, AS2 wird die Stromverstärkung der Operationsverstärker OP1, OP2 ausgeschaltet. Die Ströme  $I_{ein1}$ ,  $I_{ein2}$  können so keine Spannungsdifferenzen am Operationsverstärkereingang mehr erzeugen, weil die beiden Eingänge (+ und -) der beiden Operationsverstärker OP1, OP2 über Widerstände R2 bzw. R12 gekoppelt sind. Die Operationsverstärker OP1 und OP2 arbeiten so nur noch als Spannungsfolger (Impedanzwandler).

**[0023]** Das vorliegende Prinzipschaltbild ist im Ausführungsbeispiel wie folgt beschaltet:  $R1 = R21 = 4,7 \text{ k}\Omega$ ;  $R2 = R12 = 2 \text{ M}\Omega$ ;  $R3 = R13 = 6,8 \text{ k}\Omega$  und  $C1 = C21 = 47 \text{ nF}$ . Mit den voranstehend beschriebenen Werten für den Strom  $I_p$  und die übrigen Schaltungskomponenten ergeben sich auf diese Weise Ausgangsspannungen  $U_{out1}$ ,  $U_{out2}$  von einigen Hundert Millivolt bis zu etwa 5 Volt.

**[0024]** Figur 2 zeigt das Prinzipschaltbild gemäß Figur 1 mit einer zusätzlichen Schaltung zur Kompensation der Offsets Ausgangsspannung der Operationsverstärker OP1, OP2. Aus Gründen der übersichtlicheren Darstellung wurde die zusätzliche Schaltung nur für den oberen Überwachungsstromkreis 24 in die Vorlage gemäß Figur 1 eingezeichnet. Eine gleichartige Schaltung ist jedoch auch für den in der zeichnerischen Darstellung unteren Überwachungsstromkreis 26 vorgesehen.

**[0025]** Im Einzelnen wird zur Kompensation der Offsets Ausgangsspannung ein weiterer Operationsver-

stärker OP3 verwendet, der als nichtinvertierender Verstärker geschaltet ist und dessen Ausgang aus diesem Grund über einen Widerstand R4 auf einen Ast des Differenzeingangs des Operationsverstärkers OP1 gelegt ist. Auf diese Weise wird der die vergleichsweise hohe Offsets Ausgangsspannung verursachende Offsets eingangsstrom begrenzt (kompensiert), der auftritt, weil der Differenzeingang des Operationsverstärkers OP1 praktisch an Masse angeschlossen ist. Die Offsets Ausgangsspannung des Operationsverstärkers OP1 wird daher über einen Tiefpass (Widerstand R7 und Kapazität C3) an einen Ast des Differenzeingangs des weiteren Operationsverstärkers OP3 gelegt. Der andere Ast des Differenzeingangs ist über einen Widerstand R6 auf Masse GND1 gelegt. Weil der weitere Operationsverstärker OP3 auch in Gegenkopplung arbeiten muss, ist der Ausgang des weiteren Operationsverstärkers OP3 über den Widerstand R5 auch auf diesen Ast des Eingangs gelegt. Auf diese Weise ist eine aktive Kompensation des Eingangsoffsetstroms realisiert. Die in dem Schaltbild verwendeten Komponenten sind im Ausführungsbeispiel wie folgt dimensioniert:  $R4 = 1 \text{ k}\Omega$ ;  $R5 = 100 \text{ k}\Omega$ ;  $R6 = 10 \text{ k}\Omega$ ;  $R7 = 220 \text{ k}\Omega$  und  $C3 = 1 \text{ }\mu\text{F}$ .

**[0026]** Damit liefert diese um die aktive Offsetkompensation ergänzende Ausführungsvariante noch genauere, dem tatsächlichen Strom  $I_p$  entsprechende Spannungswerte, was die Genauigkeit der Überwachung des Lampenstromkreises 20 weiter erhöht.

## 30 Bezugszeichenliste

### [0027]

20	Lampenstromkreis
22	Signallampe
24, 26	Überwachungsstromkreis
28, 30	Stromeinkoppelpfade
AS1, AS2	Analog-Switches
C1 bis C3	Kapazitäten
$I_p$	primärseitiger Strom
$I_{ein1}$ , $I_{ein2}$	Eingangsstrom
$I_{R3}$ , $I_{R13}$	Gegenkoppelstrom
K	transformatorische Kopplung
$K_p$	Primärseite
$K_{S1}$ , $K_{S2}$	Sekundärseite
N1, N2, N3	Windungszahl
OP1 bis OP3	Operationsverstärker
R1 bis R13	Widerstände
$U_{ein1}$ , $U_{ein2}$	Eingangsspannung
$U_{out1}$ , $U_{out2}$	Ausgangsspannung
$U_p$	Versorgungsspannung

## 55 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung und/oder Regelung von schienengebundenem Verkehr, bei der eine

transformatorische Kopplung (K) und zugleich eine galvanische Trennung zwischen einem Signalstromkreis (20), insbesondere einem Stromkreis (20) eines Signalleuchtmittels (22), und einem Überwachungsstromkreis (24, 26) vorgesehen sind, wobei die Windungszahl  $N_1$  der Primärwicklung ( $K_P$ ) des Signalstromkreises (20) kleiner als die Windungszahl  $N_2$  der Sekundärwicklung ( $K_{S1}$ ,  $K_{S2}$ ) des Überwachungsstromkreises (24, 26) ist und die Sekundärwicklung ( $K_{S1}$ ,  $K_{S2}$ ) an ein Mittel (OP1, OP2) angeschlossen ist, das die Sekundärwicklung ( $K_{S1}$ ,  $K_{S2}$ ) zumindest annähernd kurzschlussbeschaltet und ein dem Stromfluss ( $I_P$ ) im Signalstromkreis (20) entsprechendes Ausgangssignal ( $U_{out1}$ ,  $U_{out2}$ ) liefert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Windungszahl  $N_1$  der Primärwicklung ( $K_P$ ) nicht grösser als 5 ist und die Windungszahl  $N_2$  der Sekundärwicklung ( $K_{S1}$ ,  $K_{S2}$ ) 50 nicht unterschreitet. 20
  
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 $N_1 = 1$  und  $N_2 = 150$  sind. 25
  
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Mittel eine stromgesteuerte Spannungsquelle ist, bei der ein im Überwachungsstromkreis (24, 26) fließender Strom ( $I_{ein1}$ ,  $I_{ein2}$ ) über einen Gegenkopplungswiderstand ( $R3$ ,  $R13$ ) abfließt. 30
  
5. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Sekundärwicklung ( $K_{S1}$ ,  $K_{S2}$ ) an den Eingang eines Operationsverstärkers (OP1, OP2) angeschlossen ist und der Ausgang des Operationsverstärkers (OP1, OP2) über den Rückkopplungswiderstand ( $R3$ ,  $R13$ ) auf einen Ast des Eingangs des Operationsverstärkers (OP1, OP2) geschaltet ist. 35  
40
  
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
am Überwachungsstromkreis (24, 26) eine Spannung ( $U_{out1}$ ,  $U_{out2}$ ) abgreifbar ist, die proportional zu dem im Signalstromkreis (20) fließenden Strom ( $I_P$ ) ist. 45
  
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Spannung ( $U_{out1}$ ,  $U_{out2}$ ) am Ausgang eines invertierten Operationsverstärkers (OP1, OP2) abnehmbar ist. 50  
55
  
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
Mittel (OP3) vorgesehen sind, die zur Begrenzung

des Eingangsoffsetstroms am Eingang des Operationsverstärkers (OP1, OP2) angeschlossen sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Mittel eine aktive Eingangsoffsetstromkompensation mit einem weiteren Operationsverstärker (OP3) sind. 5
  
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Flächeninhalt des Überwachungsstromkreises (24, 26) weniger als  $2 \text{ cm}^2$ , vorzugsweise weniger als  $1 \text{ cm}^2$ , beträgt. 10
  
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Überwachungsstromkreis (24, 26) zweikanalig ausgebildet ist. 15

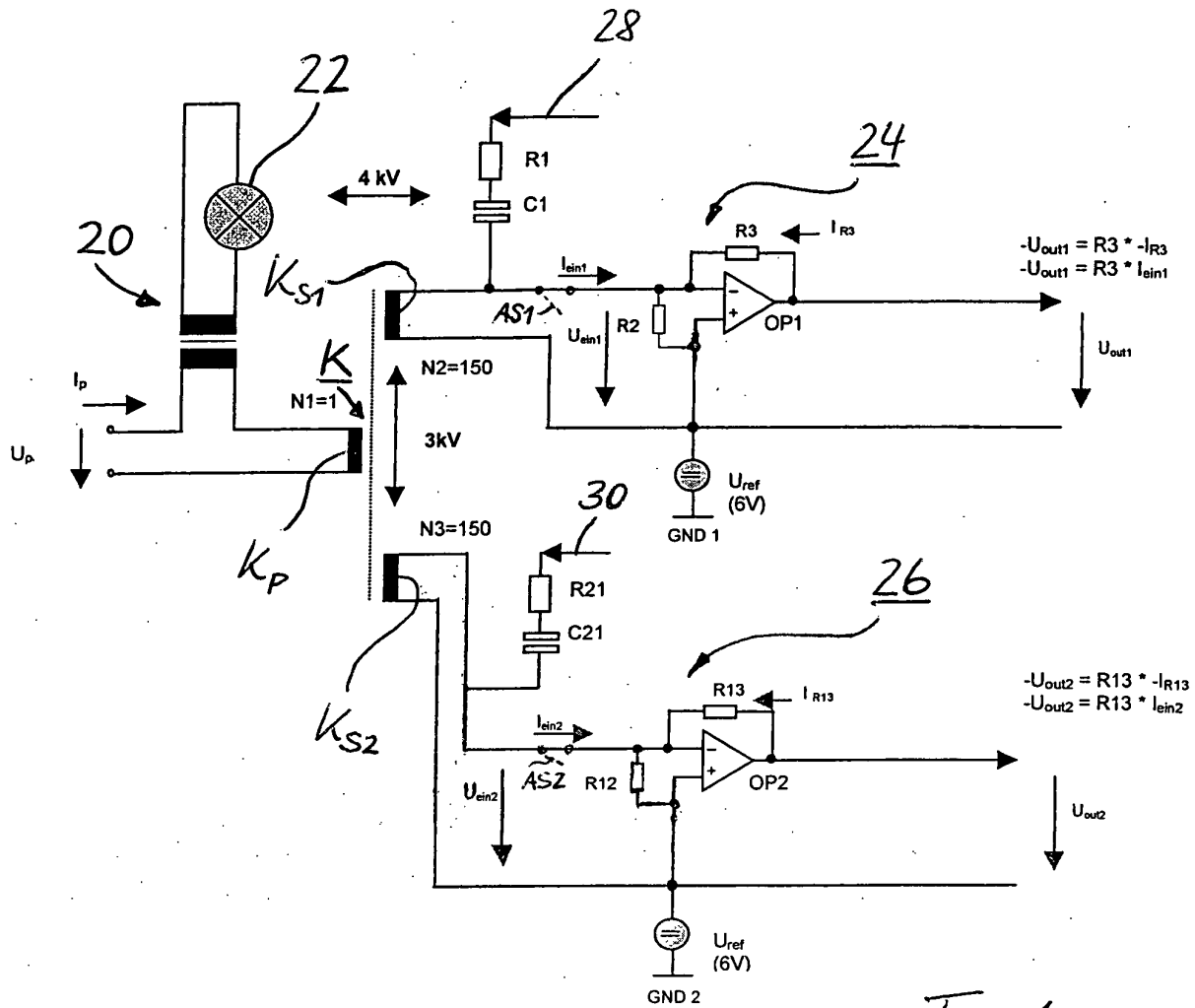


Fig. 1

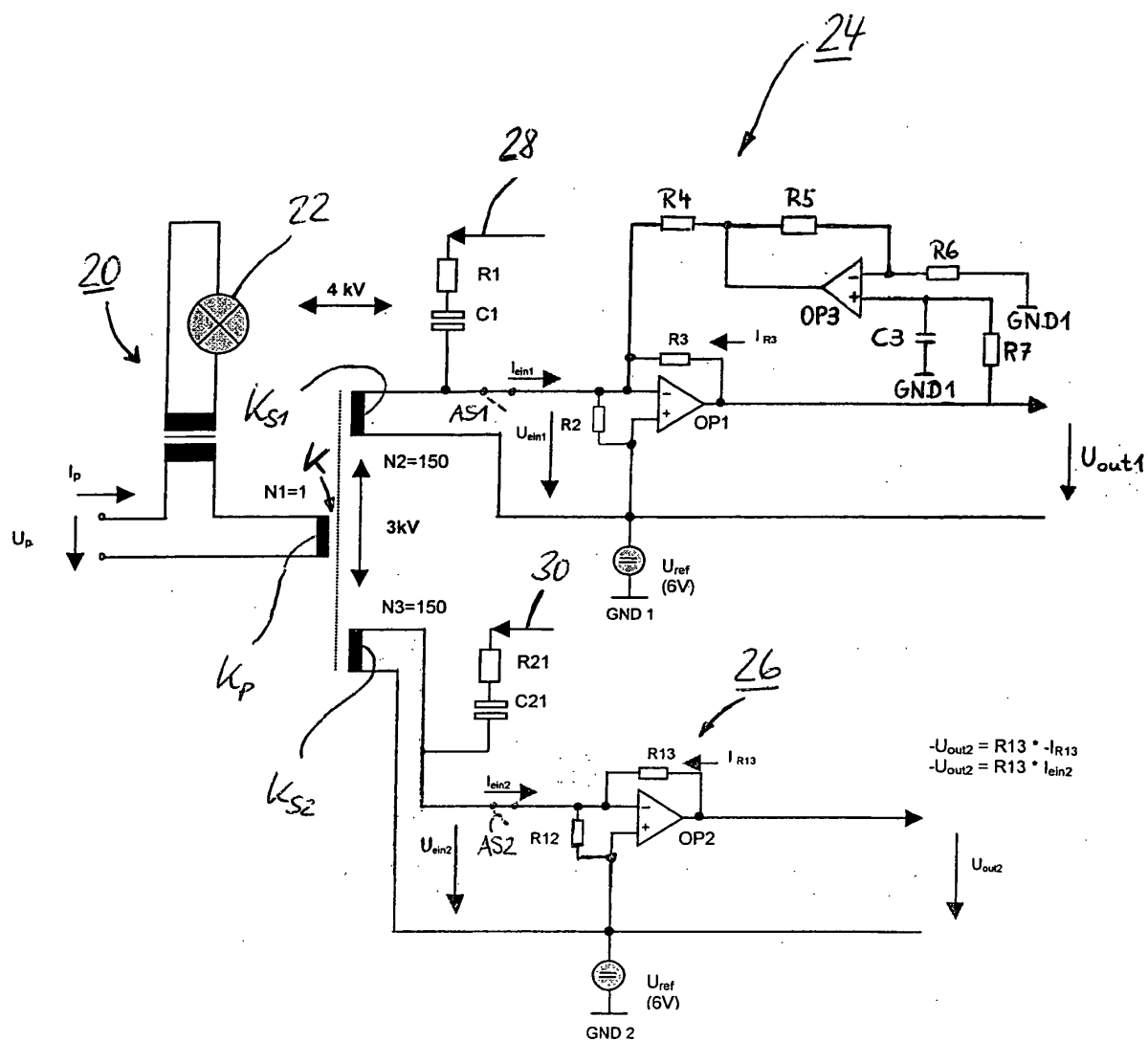


Fig. 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 01 12 4191

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 31 45 744 C (STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG) 7. April 1983 (1983-04-07) * Zusammenfassung *	1	B61L5/18 H05B37/03
A	DE 31 40 559 A (STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG) 28. April 1983 (1983-04-28) * Seite 11, Zeile 21 - Seite 12, Zeile 24; Abbildung 3 *	1	
A	GB 2 029 616 A (PHILIPS NV) 19. März 1980 (1980-03-19) * Zusammenfassung *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B61L H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>19. Februar 2002</b>	Prüfer <b>Reekmans, M</b>
KATEGORIE DER GENANNTE 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 01 12 4191

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 Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-02-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
DE 3145744	C	07-04-1983	DE	3145744 C1	07-04-1983		
-----							
DE 3140559	A	28-04-1983	DE	3140559 A1	28-04-1983		
			AT	383091 B	11-05-1987		
			AT	377182 A	15-10-1986		
			ES	516446 D0	16-06-1983		
			ES	8306545 A1	01-09-1983		
-----							
GB 2029616	A	19-03-1980	KEINE				
-----							

EPO FORM P0461

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