

(19)



(11)

EP 2 868 548 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.05.2015 Patentblatt 2015/19

(51) Int Cl.:
B61L 27/00 (2006.01) **B61L 1/02** (2006.01)
G01R 31/00 (2006.01) **G01R 31/327** (2006.01)
B61L 3/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13190689.3**

(22) Anmeldetag: **29.10.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Thales Deutschland GmbH**
71254 Ditzingen (DE)

(72) Erfinder: **Ilie, Gabriel Cristian**
L4S 2R6 Ontario (DE)

(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB**
Ruppmannstraße 27
70565 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren zur Überwachung eines Schaltungszustandes eines Schalters eines Zugsicherungssystem, sowie Zugsicherungssystem**

(57) Ein Verfahren zur Überwachung eines Schaltungszustands eines Schalters (3) in einem Schaltkreis (1) eines Zugsicherungssystem mit einer zu steuernden Einheit (2), die mit dem Schalter (3) über eine Leitung (4) galvanisch verbunden ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Testsignal mittels einer Sendeeinrichtung (5) durch Induktion in den Schaltkreis (1) injiziert wird, dass über eine Empfangseinrichtung (8) ein Feedbacksignal detektiert und ausgewertet wird, wobei die Auswertung entweder durch eine Filterung des Feedbacksi-

gnals oder über eine mathematische Korrelation zwischen dem Testsignal und dem Feedbacksignal vorgenommen wird, wobei anhand des Ergebnisses der Auswertung eine Aussage bezüglich des Schaltungszustandes getroffen wird. Somit kann der Schaltungszustand eines Schaltkontaktes eines Zugsicherungssystems, insbesondere mittels ETCS, überwacht werden kann, ohne die Verfügbarkeit des Schaltkreises zu beeinträchtigen.

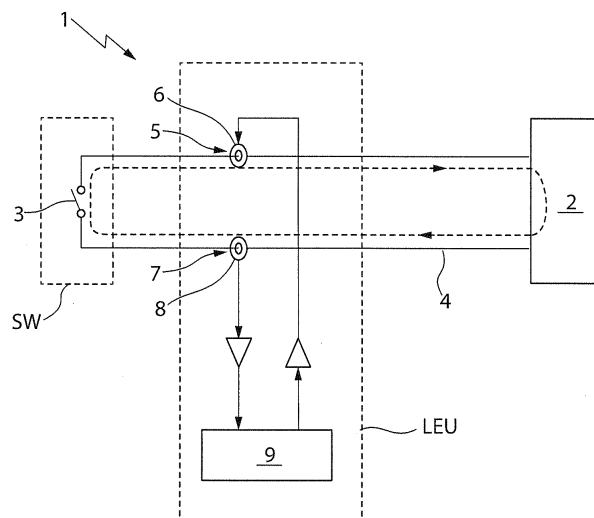


Fig. 1

EP 2 868 548 A1

BeschreibungHintergrund der Erfindung

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines Schaltungszustands eines Schalters in einem Schaltkreis eines Zugsicherungssystems mit einer zu steuernden Einheit, die mit dem Schalter über eine Leitung galvanisch verbunden ist. Die Erfindung betrifft auch ein Zugsicherungssystem, mit dem dieses Verfahren ausgeführt werden kann.

[0002] Um einen sicheren Zugverkehr zu gewährleisten, werden im Zugverkehr Zugsicherungssysteme eingesetzt. Ein schaltkontaktgesteuertes Zugsicherungssystem ist bekannt aus DE 10 2009 060 947 A1.

10 **[0003]** Zur punktuellen Zugbeeinflussung (PZB) sind Triebfahrzeuge mit einem Fahrzeugmagneten ausgestattet (On-Board Unit - OBU). Entlang eines Gleises sind Gleismagnete angebracht, deren Spule zusammen mit einem Kondensator einen auf eine bestimmte Frequenz abgestimmten Schwingkreis zur induktiven Zugsicherung (INDUSI-Schwingkreis) bilden. Der Fahrzeugmagnet erzeugt permanent ein elektromagnetisches Feld mit einer Frequenz von 500, 1000 und 2000 Hz. Beim Überfahren eines Gleismagneten wird in diesem eine Spannung induziert. Im Resonanzfall - wenn die Frequenz des Fahrzeugmagneten derjenigen des Gleismagneten entspricht - fällt die Spannung in der Fahrzeugaus-
 15 rüstung stark ab und ein in deren Stromkreis liegendes Impulsrelais spricht an. Bei freier Strecke wird der INDUSI-Schwingkreis durch Schließen eines parallel zum Schwingkreis geschalteten Schalters (PZB-Schalter) soweit verstimmt, dass keine Beeinflussung des Fahrzeugerätes erfolgt.

20 **[0004]** In Europa ist eine Vielzahl an Zugsicherungssystemen entwickelt worden, die teilweise untereinander nicht kompatibel sind. Triebwagen, die grenzüberschreitende Strecken fahren, müssen daher mit mehreren Zugsicherungssystemen ausgerüstet sein. Dies ist jedoch mit hohen Kosten verbunden. Alternativ dazu kann der Triebwagen auch an der Grenze ausgewechselt werden, was jedoch sehr viel Zeit kostet.

[0005] Um dieses Problem zu lösen, wurde ein einheitliches europäisches Eisenbahnverkehrsleitsystems (ETCS) entwickelt, mit dem neugebaute Strecken ausgerüstet werden müssen. Dabei wird das an den Triebwagen zu übertragende Signal von Eurobalisen mittels Transponder zur On-Board Unit im Triebwagen übertragen, sobald ein Triebwagen über die gleisseitig montierte Balise fährt. Die Eurobalisen werden mit einer Signalschalteneinheit (LEU) an die Signale angeschlossen.

30 **[0006]** Um die Nachrüstung der bestehenden Streckenabschnitte mit möglichst geringem technischem und finanziellem Aufwand zu realisieren, sollen die bislang vorhandenen betrieblichen Abläufe und Vorrichtungen weitgehend erhalten bleiben. DE 10 2009 060 947 A1 schlägt daher vor, den Signalstromkreis mit der zu überwachenden Schaltkontakt mit einer Verzweigungsschaltung auszustatten, welche über einen ersten Ausgang das von dem Triebwagen unterstützte herkömmliche Zugsicherungssystem ansteuert und über einen zweiten Ausgang die Eingangsinformation z.B. für eine Balise zur Verfügung stellt. Um dies zu realisieren, muss für jede Verzweigung ein separater Kontakt vorgesehen sein.

35 **[0007]** Nachteilig an dieser Lösung ist, dass durch die Verdopplung der Kontakte die Verfügbarkeit des Schaltkreises verschlechtert wird, da die Komponenten beider Verzweigungen der Verzweigungsschaltung beide funktionsfähig sein müssen, damit das Zugsicherungssystem funktioniert.

Aufgabe der Erfindung

40 **[0008]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren sowie ein Zugsicherungssystem vorzuschlagen, mit welchem der Schaltungszustand eines Schaltkontaktes eines Zugsicherungssystems, insbesondere mittels ETCS, überwacht werden kann, ohne die Verfügbarkeit des Schaltkreises zu beeinträchtigen.

Beschreibung der Erfindung

45 **[0009]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Zugsicherungssystem gemäß Anspruch 12 gelöst.

[0010] Erfindungsgemäß wird ein Testsignal mittels einer Sendeeinrichtung durch Induktion in den Schaltkreis injiziert. Über eine Empfangseinrichtung wird ein Feedbacksignal detektiert und ausgewertet, wobei die Auswertung durch eine Filterung des Feedbacksignals und/oder über eine mathematische Korrelation zwischen dem Testsignal und dem Feedbacksignal vorgenommen wird, wobei anhand des Ergebnisses der Auswertung eine Aussage bezüglich des Schaltungszustandes getroffen wird.

55 **[0011]** Vorzugsweise handelt es sich bei dem Schaltkreis des Zugsicherungssystems um einen signaltechnischen Schaltkreis, der zumindest eine unverlierbare Eigenschaft aufweist. Durch die erfindungsgemäße induktive Einkopplung des Testsignals werden die Eigenschaften und die Verfügbarkeit des Schaltkreises nicht beeinflusst.

[0012] Als Testsignal kann ein Wechselstromsignal einer oder mehrerer vorgegebenen Frequenz(en) verwendet werden. Die Frequenz des Testsignals wird dabei so gewählt, dass das Testsignal keinen Einfluss auf die zu überwachenden

Einheit hat. Für den Fall, dass die zu überwachende Einheit ein INDUSI Schwingkreis ist, wird die Frequenz des Testsignals vorzugsweise außerhalb der Resonanzfrequenz des INDUSI Schwingkreises gewählt.

[0013] Es ist auch möglich, dass als Testsignal ein Wechselstromsignal mit mehreren festgelegten Frequenzen injiziert wird.

[0014] Das Testsignal wird vorzugsweise direkt (ohne Verwendung von mit dem Schaltkreis verbundenen Zuleitungen) in den Schaltkreis induziert. Das Injizieren der Testsignale erfolgt im Allgemeinen nicht einmalig, sondern kontinuierlich oder in vorher festgelegten zeitlichen Abständen. Die Induktion des Testsignals kann beispielsweise über einen Transformator erfolgen, vorzugsweise über eine Art Stromzange. Dabei fungiert die Leitung des Schaltkreises als Sekundärspule, in der durch eine Induktionsspule (Stromzange) ein Stromsignal (Testsignal) induziert wird.

[0015] Mit Hilfe der Empfangseinrichtung wird vorzugsweise eine Strommessung innerhalb des den Schalter beinhaltenden Stromkreises gemessen. Alternativ oder zusätzlich kann eine Detektion der Spannung über dem zu überwachenden Schalter erfolgen. Die bevorzugte Methode ist Strommessung oder eine kombinierte Strom- und Spannungsmessung.

[0016] Falls der Schalter geschlossen ist, liegt ein geschlossener Stromkreis vor, so dass das Testsignal durch die Impedanz der zu überwachenden Einheit (z.B. einem INDUSI Schwingkreis) beeinflusst wird. Ist der Schalter geöffnet, ist der Stromkreis unterbrochen und der Stromfluss kommt bis auf durch Nebeneffekte verursachte Einflüsse zum Erliegen.

[0017] Das detektierte Feedbacksignal wird anschließend ausgewertet. Dies kann beispielsweise mittels einer Filterung des Feedbacksignals durchgeführt werden, bei der Frequenzen, die nicht der Frequenz des Testsignals entsprechen herausgefiltert werden (Bandpass), so dass der Einfluss von Störsignalen auf das Ergebnis reduziert werden kann. Das gefilterte Signal wird dann mit dem Eingangssignal verglichen, insbesondere hinsichtlich Amplitude, Frequenz und Phase. Alternativ oder zusätzlich zur Filterung kann eine empfängerseitige Korrelation des Feedbacksignals mit einem Muster des Testsignals durchgeführt werden, wodurch der Einfluss von Störsignalen eliminiert werden kann. Als Korrelation kommen in der Technik übliche Korrelationsverfahren in Frage, z.B. Kreuzkorrelation. Über die oben beschriebene Auswertung des Feedbacksignals (unter Berücksichtigung des Testsignals) kann erkannt werden, ob der Schalter offen oder geschlossen ist.

[0018] Vorzugsweise erfolgt die Detektion des Feedbacksignals induktiv. Es müssen somit keine Eingriffe in den bereits vorhandenen Schaltkreis vorgenommen werden.

[0019] Bei einer besonders bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgen die Injektion und/oder die Detektion des Testsignals mit Hilfe eines Ringkerns. Der Ringkern bildet eine Stromzange, die nach dem Transformator-Prinzip funktioniert. Die Stromzange fungiert hierbei als magnetischer Messwandler/Stromwandler. Im Falle der Injektion bildet die zu vermessende Leitung des Schaltkreises die "Sekundärwicklung", die Spule im Messgerät die Primärwicklung. Im Falle der Detektion bildet die zu vermessende Leitung des Schaltkreises die "Primärwicklung", die Spule im Messgerät die Sekundärwicklung, in der ein Strom induziert wird, der proportional zum Strom in der Leitung des Schaltkreises ist. Die Stromzange kann auf besonders einfache Weise am Schaltkreis angebracht und auch wieder entfernt werden.

[0020] Eine besonders einfache und energiesparende Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass als Testsignal ein Wechselstromsignal mit einer festgelegten Frequenz injiziert wird.

[0021] Alternativ hierzu können als Testsignal Wechselstrom-Impulse injiziert werden (Impulsfolge). Wechselstrom-Impulse können bspw. durch Überlagerung mehrere Wechselstromsignale mit unterschiedlichen Frequenzen erhalten werden. Bei dieser Variante können eventuell detektierte Störsignale, bspw. aufgrund eines vorbeifahrenden Triebwagens, besser erkannt werden.

[0022] Zur Unterdrückung von Störsignalen ist es auch vorteilhaft, wenn die Testsignale kodiert injiziert werden. Als Kodierung kommen bspw.: Multitone in Frage.

[0023] Bei einer speziellen Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Schaltungszustände mehrerer Schalter überwacht. Dies ist beispielsweise erforderlich bei der Anschaltung eines kombinierten 1000 Hz/2000 Hz Magneteten.

[0024] Eine bevorzugte Variante sieht vor, dass das Testsignal in einen gemeinsamen Leitungsabschnitt zweier Teilschaltkreise, die jeweils einen der Schalter umfassen, injiziert wird, und dass für jeden überwachten Schalter ein separates Feedbacksignal außerhalb des gemeinsamen Leitungsabschnitts detektiert wird. Durch das Injizieren des Testsignals in einen gemeinsamen Leitungsabschnitt, kann dasselbe Testsignal zur Ermittlung der Schaltungszustände beider Schalter verwendet werden. Die Feedbacksignale werden für jeden Schalter separat detektiert. Die Auskoppelstellen befinden sich daher an Leitungsabschnitten, die jeweils nur einem der Teilschaltkreise zuzuordnen sind.

[0025] Um die Verlässlichkeit des Verfahrens zu erhöhen, ist es vorteilhaft, wenn die Spannungen über den einzelnen Schaltern gemessen werden. Die zusätzliche Messung der Spannung über den einzelnen Schaltern ermöglicht auch die Überwachung zweier Schalter, die nicht in unterschiedlichen Teilschaltkreisen angeordnet sind.

[0026] Um bei einem Fehler eines der für die Detektion der Feedbacksignale verantwortlichen Messgeräte jegliche Fehlinterpretation der Feedbacksignale zu vermeiden, werden vorzugsweise die Feedbacksignale mittels redundanter

Messgeräte gemessen (Verdopplung der Empfangseinrichtungen).

[0027] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise innerhalb einer streckenseitigen elektronischen Einheit (LEU) zur Ansteuerung einer Balise, insbesondere einer Eurobalise, durchgeführt. Das Ergebnis der Messung wird zusammen mit weiteren Eingangsdaten zur Auswahl von Telegrammen verwendet und diese an eine oder mehrere Balisen übermittelt.

[0028] Das erfindungsgemäße Zugsicherungssystem mit einem streckenseitigen Schaltkreis in dem eine zu steuernden Einheit mit einem Schalter über eine Leitung galvanisch verbunden ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass an einer Einkoppelstelle eine Sendeeinrichtung zur induktiven Einkopplung eines Testsignals in den Schaltkreis und an einer Auskoppelstelle eine Empfangseinrichtung zur Detektion eines Feedbacksignals vorgesehen ist. Darüber hinaus ist erfindungsgemäß eine Auswerteeinrichtung zur Durchführung einer Auswertung des Feedbacksignals, insbesondere einer Frequenzfilterung des Feedbacksignals oder einer mathematischen Korrelation des Feedbacksignals und des Testsignals, vorgesehen. Vorzugsweise ist eine Vielzahl von Schaltkreisen mit entsprechenden Sende- und Empfangseinrichtungen vorgesehen, die entlang eines Gleises angebracht sind (Track Side Equipment). Bei dem Schalter des Schaltkreises handelt es sich vorzugsweise um einen Schalter zur punktuellen Zugbeeinflussung (PZB-Schalter). Derartige Schalter weisen unverlierbare Eigenschaften auf: Die Empfangseinrichtung ist vorzugsweise zur induktiven Detektion, insbesondere als Stromzange, ausgebildet.

[0029] Bei einer speziellen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zugsicherungssystems ist vorgesehen, dass zwischen Einkoppelstelle und Auskoppelstelle mindestens eine Kapazität parallel zur zu steuernden Einheit geschaltet ist. Es ergibt sich also ein Teilschaltkreis, der den Schalter, die Kapazität, sowie die Einkoppel- und die Auskoppelstelle umfasst. Auf diese Weise kann als zu steuernde Einheit eine Einrichtung verwendet werden, die für das Testsignals nicht oder nur schlecht durchlässig ist, z.B. eine 500Hz INDUSI Magnetanordnung (Schwingkreis) bei Verwendung von Testsignalen mit Frequenzen, im kHz-Bereich, insbesondere zwischen 5kHz und 100kHz, wenn also die Frequenz des Testsignals mindestens eine Größenordnung größer ist als die Resonanzfrequenz des Schwingkreises der zu steuernden Einheit. Die Kapazität kann im Prinzip durch zwei Leitungsabschnitte gebildet sein. Vorzugsweise wird jedoch eine kapazitätsarme Leitung verwendet, in der ein Kondensator verschaltet ist. Um die zu steuernde Einheit möglichst wenig zu beeinflussen, wird die Kapazität klein, vorzugsweise im nF-Bereich, insbesondere kleiner als 15nF gewählt.

[0030] Bei einer speziellen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zugsicherungssystems weist der Schaltkreis mehrere zueinander in Serie geschaltete Schalter auf.

[0031] Eine Weiterbildung dieser Ausführungsform sieht vor, dass der Schaltkreis mehrere Teilschaltkreise umfasst, die einen gemeinsamen Leitungsabschnitt aufweisen, wobei jeder Teilschaltkreis einen der Schalter und eine zur zu steuernden Einheit und zu einem Punkt zwischen den Schaltern parallel geschaltete Kapazität sowie eine Empfangseinrichtung umfasst, wobei die Einkoppelstelle in dem gemeinsamen Leitungsabschnitt angeordnet ist und die Auskoppelstellen außerhalb des gemeinsamen Leitungsabschnitts angeordnet sind. Die Kapazitäten sind zueinander in Serie geschaltet wobei die Serienschaltung der Kapazitäten bezüglich der zu steuernden Einheit parallel geschaltet ist. Die zu steuernde Einheit sieht daher lediglich eine Kapazität, die kleiner ist als die kleinste der in Serie geschalteten Kapazitäten. Diese Ausführungsform ermöglicht die Überwachung von zwei Schaltern mittels eines gemeinsamen Feedbacksignals.

[0032] Die Auswerteeinrichtung kann aus mehreren örtlich getrennten Komponenten bestehen. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die Empfangseinrichtung, die Detektionseinrichtung und die Auswerteeinrichtung Teile einer streckenseitigen elektronischen Einheit.

[0033] Bei einer Weiterbildung dieser Ausführungsform ist das Zugsicherungssystem mit mindestens einer Balise, vorzugsweise einer Euro-Balise, ausgestattet, die mit der streckenseitigen elektronischen Einheit, vorzugsweise galvanisch, verbunden ist. Darüber hinaus ist bei dieser Weiterbildung eine fahrzeugseitige Empfangseinheit vorgesehen zum drahtlosen Empfang von den von der Balise übermittelten Informationen, insbesondere von Telegrammen. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Zugsicherungssystem um ein European Train Control System (ETCS). Die Balisen sind am Gleis montiert und umfassen jeweils einen Transponder.

[0034] Bei einer speziellen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zugsicherungssystems umfasst die zu steuernde Einheit einen Schwingkreis, insbesondere einen INDUSI-Schwingkreis. INDUSI-Schwingkreise, die für Zugsicherungssysteme eingesetzt werden, weisen üblicherweise Resonanzfrequenzen von 500Hz, 1kHz oder 2kHz auf.

[0035] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter ausgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung und Zeichnung

[0036]

- FIG. 1 zeigt einen streckenseitigen Schaltkreis einer einfachen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zugsicherungssystems;
- Fig. 2 zeigt das Schaltbild eines erfindungsgemäßen streckenseitigen Schaltkreises, mit dem Testmessungen durchgeführt wurden.
- Fig. 3a zeigt den Spannungsverlauf eines injizierten Testsignals.
- Fig. 3b-c zeigen den Strom- bzw. den Spannungsverlauf eines detektierten Feedbacksignals bei geschlossenem Schalter (permissive mode).
- Fig. 3d-e zeigen den Strom- bzw. den Spannungsverlauf eines detektierten Feedbacksignals bei geöffnetem Schalter (restrictive mode).
- Fig. 4 zeigt einen streckenseitigen Schaltkreis einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zugsicherungssystems mit einer Überbrückungskapazität.
- Fig. 5 zeigt einen streckenseitigen Schaltkreis einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zugsicherungssystems mit zwei überwachten Schaltern.
- Fig. 6 zeigt einen streckenseitigen Schaltkreis einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zugsicherungssystems mit zwei überwachten Schaltern mit zusätzlicher Spannungsmessung.
- Fig. 7 zeigt die Komponenten eines ETCS Zugsicherungssystems.

[0037] Fig. 1 zeigt den grundlegenden Aufbau eines streckenseitigen Schaltkreises 1 des erfindungsgemäßen Zugsicherungssystems. Der Schaltkreis 1 umfasst eine zu steuernden Einheit 2 und einen binären Schalter 3, die über eine Leitung 4 galvanisch miteinander verbunden sind. Der Schalter 3 ist Teil eines Stellwerks SW, das für das Schalten von Streckensignalen verantwortlich ist. Zur Überwachung des Schaltzustandes (offen oder geschlossen) des Schalters 3 wird ein Testsignal in den Schaltkreis 1 injiziert. Dazu wird ein Wechselstromsignal von einem Spannungsgenerator erzeugt und an einer Einkoppelstelle 5 über eine Sendeeinrichtung (hier mittels einer Stromzange 6) in die Leitung 4 induziert. An einer Auskoppelstelle 7 ist eine Empfangseinrichtung angeordnet (hier in Form einer weiteren Stromzange 8), mittels der ein Feedbacksignal detektiert werden kann. Die Stromzange 6 und die weitere Stromzange 8 sind in Serie zu dem Schalter 3 und der zu steuernden Einheit 2 geschaltet, so dass sich eine Änderung der Widerstände im Schaltkreis 1 (durch Öffnen und Schließen des Schalters 3) direkt auf das Feedbacksignal auswirkt.

[0038] Das detektierte Feedbacksignal wird mittels einer Auswerteeinrichtung 9 verarbeitet, bspw. gefiltert oder das Testsignal wird zusammen mit dem Feedbacksignal einer Korrelation unterzogen.

[0039] Fig. 2 zeigt ein detailliertes Schaltbild des in Fig. 1 gezeigten Schaltkreises 1, der für Testmessungen verwendet wurde mit den verwendeten Induktivitäten L1, L2 L3, L4, L5 der Detektionseinrichtung (L1, L2), der zu steuernden Einheit 2 (L3) und der Sendeeinrichtung (L4, L5), mit den verwendeten Widerständen R1, R2, R3, R4, R5, R6 der Sendeeinrichtung (RL5), der zu steuernden Einheit 2 (R4) der Detektionseinrichtung (R1, RL1) und des Schalters 3 (R6) und der verwendeten Kapazität C1 der zu steuernden Einheit 2. Für die durchgeführte Testmessung wurde ein Testsignal der Frequenz von 30KHz injiziert. Die zu steuernden Einheit 2 liegt in Form eines INDUSI-Schwingkreises mit einer Resonanzfrequenz von 500Hz vor.

[0040] Fig. 3a zeigt den Verlauf des über die Sendeeinrichtung injizierten Testsignals. An der Empfangseinrichtung wird als Feedbacksignal ein Stromsignal derselben Frequenz mit reduzierter Amplitude und ev. verschobener Phase detektiert. Bei geschlossenem Schalter (permissive mode), stellt die zu steuernde Einheit 2 (aus Fig. 2) für das injizierte Testsignal mit einer Frequenz außerhalb der Resonanzfrequenz der zu steuernden Einheit 2 eine kleine Impedanz für dar. Die gemessenen Feedbacksignale (Strom/Spannung) sind in Fig. 3b, c gezeigt. Die Frequenz des Testsignals kann außerhalb der Resonanzfrequenz im Prinzip beliebig gewählt werden. Entscheidend ist, dass die zu steuernde Einheit 2 durch das Testsignal in ihrer Funktionalität nicht gestört wird. Ist der Schalter 3 geöffnet (restrictive mode), so ist der Stromkreis unterbrochen. Die gemessenen Feedbacksignale (Fig. 3d, e) weisen daher eine entsprechend geringe Amplitude auf.

[0041] Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schaltkreises 1', welche auch mit einer zu steuernden Einheit 2' betrieben werden kann, die für Wechselstromsignale nicht oder nur schlecht durchlässig ist, z.B. ein 500 Hz INDUSI-Magnet. Um ein Wechselstrom-Testsignal dennoch detektieren zu können, wird die zu steuernde Einheit 2' mit einer Kapazität 9 überbrückt, so dass sich ein Teilstromkreis 10 (Schalter - Sendeeinrichtung - Kapazität - Empfangseinrichtung) ausbildet. Um die Verluste möglichst gering zu halten, sollte für das Testsignal eine hohe Frequenz,

vorzugsweise im kHz-Bereich, insbesondere zwischen 5kHz und 100kHz verwendet werden.

[0042] Fig. 5 zeigt einen erfindungsgemäßen Schaltkreis 1'' mit zwei in Serie geschalteten Schaltern 2a, 2b. Innerhalb des Schaltkreises 1'' sind zwei Teilschaltkreise 10a, 10b ausgebildet, wobei jeder Teilschaltkreis 10a, 10b einen der Schalter 2a, 2b, eine Kapazität 9a, 9b (hier: Kondensatoren) sowie eine Empfangseinrichtung mit jeweils einer Stromzange 8a, 8b an Auskoppelstellen 7a, 7b umfasst. Die Kapazitäten 9a, 9b sind zueinander in Serie geschaltet, wobei die Serienschaltung von Kapazitäten 9a, 9b parallel zur zu steuernden Einheit 2' geschaltet ist. Die Teilschaltkreise 10a, 10b weisen einen gemeinsamen Leitungsabschnitt 11 auf, in dem die Stromzange 6 der Sendeeinrichtung angeschlossen ist. Die Stromzangen 8a, 8b der Empfangseinrichtungen sind jeweils an einem Leitungsabschnitt angeschlossen, der lediglich einem der Teilschaltkreise 10a, 10b zuzuordnen ist. Auf diese Weise kann mittels jeder Empfangseinrichtung ein Feedbacksignal detektiert werden, welches Auskunft über den Schaltzustand genau eines der Schalter 2a, 2b gibt.

[0043] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Schaltkreises 1''' mit zwei Schaltern 2a, 2b. Bei dieser Ausführungsform ist der Schaltkreis 1''' nicht in Teilschaltkreise unterteilt. Um trotzdem den Schaltzustand der einzelnen Schalter 2a, 2b detektieren zu können, ist vorgesehen, dass zusätzlich zu dem über der Empfangseinrichtung detektierten Feedbacksignals die Spannungen über den einzelnen Schaltern 2a, 2b mittels jeweils eines Spannungsmessgeräts gemessen werden. Vor den Spannungsmessgeräten sind vorzugsweise Sicherheitswiderstände 13 geschaltet, insbesondere hochohmige Widerstände um den Einfluss auf den Schaltkreis zu minimieren.

[0044] Das Spannungsmessgerät zeigt L (low), wenn der entsprechend Schalter 2a, 2b geschlossen ist und H (high), wenn der entsprechende Schalter 2a, 2b offen ist. Da bei dieser Ausführungsform sowohl Detektion eines Feedbacksignals mittels der Empfangseinrichtung als auch Spannungsmessungen über jedem der Schaltern 2a, 2b erfolgen, werden insgesamt zwar mehr Komponenten benötigt, als in der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform, mit der in Fig. 6 gezeigten Ausführungsform können jedoch bei bestimmten Konstellationen trotz eines Defekts eines Messgeräts die Schaltzustände der Schalter 2a, 2b korrekt ermittelt werden. Im Folgenden werden verschiedene Messgeräte als defekt angenommen. Die unten stehende Tabelle zeigt, welche Schaltzustände von der Auswerteeinrichtung ermittelt werden.

[0045] Lediglich in den Fällen 2 und 3 (1 defektes Spannungsmessgerät bei zwei geschlossenen Schaltern 2a, 2b) kommt die Auswerteeinheit zu einem falschen Ergebnis (geschlossener Schalter wird als offen interpretiert). Um trotzdem signaltechnisch sicher Kontaktzustände lesen zu können, können jeweils redundante Messgeräte vorgesehen sein. Ebenso kann die Auswerteeinrichtung mit zwei Prozessoren ausgestattet sein.

Fall	Schaltzustand		Defekte			Detektionsergebnis			Bewertung	
	2a	2b	V1	V2	I	V1	V2	I	2a	2b
1	offen	offen				H	H	L	offen	geschl.
2			X			L	H	L	geschl.	geschl.
3				X		H	L	L	offen	geschl.
4					X	H	H	L	offen	offen
5	offen	geschl.				H	L	L	offen	geschl.
6			X			L	L	L	ungültig	
7				X		H	L	L	offen	geschl.
8					X	H	L	L	offen	geschl.
9	geschl.	offen				L	H	L	geschl.	offen
10			X			L	H	L	geschl.	offen
11				X		L	L	L	ungültig	
12					X	L	H	L	geschl.	offen
13	geschl.	geschl.				L	L	H	geschl.	geschl.
14			X			L	L	H	geschl.	geschl.
15				X		L	L	H	geschl.	geschl.
16					X	L	L	L	ungültig	
17						andere Kombinationen			ungültig	

[0046] Fig. 7 zeigt die Hauptkomponenten eines erfindungsgemäßen ETCS Zugsicherungssystems, das mit dem erfindungsgemäßen Schaltkreis 1, 1', 1'', 1''' (s. Fig. 1, 2, 4, 5, 6) ausgestattet ist. Ein Streckensignal 14 wird mittels des Schalters 3, 3a, 3b (s. Fig. 1, 2, 4, 5, 6) des Stellwerks SW geschaltet. Je nach Schaltzustand des Schalters 3, 3a, 3b (und somit auch des Streckensignals 14) ist die zu steuernde Einheit 2, 2' (z.B. ein INDUSI Magnet) aktiviert oder nicht aktiviert. Der Schaltzustand des Schalters 3, 3a, 3b wird erfindungsgemäß von der streckenseitigen elektronischen Einheit LEU detektiert, die wiederum ein Telegramm generiert, welches an eine Balise 15, die am Gleis 16 montiert ist, übermittelt wird. Die Züge sind jeweils mit einer fahrzeugseitigen Empfangseinheit OBU ausgestattet, die beim Überfahren der Balise 15 das Telegramm empfängt, so dass der Zug entsprechend des Schaltzustandes des Streckensignals 14 beeinflusst werden kann.

Bezugszeichenliste

[0047]

15	1. 1', 1'', 1'''	Schaltkreise
	2, 2'	zu steuernde Einheiten
	3, 3a, 3b	Schalter
	4	Leitung
	5	Einkoppelstelle
20	6	Stromzange (zur Sendeeinrichtung gehörend)
	7, 7a, 7b	Auskoppelstellen
	8, 8a, 8b	weitere Stromzange (zur Empfangseinrichtung gehörend)
	9	Auswerteeinrichtung
	10, 10a, 10b	Teilschaltkreise
25	11	gemeinsamer Leitungsabschnitt
	12, 12a, 12b	Kapazitäten
	13	Sicherheitswiderstände
	14	Streckensignal
	15	Balise
30	16	Gleis
	LEU	streckenseitigen elektronischen Einheit
	OBU	fahrzeugseitige Empfangseinheit
	SW	Stellwerk

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Schaltzustands eines Schalters (3, 3a, 3b) in einem Schaltkreis (1, 1', 1'', 1''') eines Zugsicherungssystems mit einer zu steuernden Einheit (2, 2'), die mit dem Schalter (3, 3a, 3b) über eine Leitung (4) galvanisch verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**,
dass ein Testsignal mittels einer Sendeeinrichtung (6) durch Induktion in den Schaltkreis (1, 1', 1'', 1''') injiziert wird, **dass** über eine Empfangseinrichtung (8, 8a, 8b) ein Feedbacksignal detektiert und ausgewertet wird, wobei die Auswertung entweder durch eine Filterung des Feedbacksignals und/oder über eine mathematische Korrelation zwischen dem Testsignal und dem Feedbacksignal vorgenommen wird, wobei anhand des Ergebnisses der Auswertung eine Aussage bezüglich des Schaltzustandes getroffen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Detektion des Feedbacksignals induktiv erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Injektion und/oder die Detektion des Testsignals mit Hilfe eines Ringkerns (6, 8, 8a, 8b) erfolgen.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** als Testsignal ein Wechselstromsignal mit einer festgelegten Frequenz injiziert wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** als Testsignal ein Wechselstromsignal mit mehreren festgelegten Frequenzen injiziert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** als Testsignal Wechsel-

strom-Impulse injiziert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Testsignale kodiert injiziert werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltungszustände mehrerer Schalter überwacht werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Testsignal in einen gemeinsamen Leitungsabschnitt (11) zweier Teilschaltkreise (10a, 10b), die jeweils einen der Schalter (3a, 3b) umfassen, injiziert wird, und dass für jeden überwachten Schalter (3a, 3b) ein separates Feedback-Signal außerhalb des gemeinsamen Leitungsabschnitts (11) detektiert wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannungen über den einzelnen Schaltern (3, 3a, 3b) gemessen werden.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren innerhalb einer streckenseitigen elektronischen Einheit (LEU) zur Ansteuerung einer Balise (15), insbesondere einer Euro-balise, durchgeführt wird.
12. Zugsicherungssystem mit einem streckenseitigen Schaltkreis (1, 1', 1'', 1''') in dem eine zu steuernde Einheit (2, 2') mit einem Schalter (3, 3a, 3b) über eine Leitung (4) galvanisch verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einer Einkoppelstelle (5) eine Sendeeinrichtung (6) zur induktiven Einkopplung eines Testsignals in den Schaltkreis (1, 1', 1'', 1''') und an einer Auskoppelstelle (7, 7a, 7b) eine Empfangseinrichtung (8, 8a, 8b) zur Detektion eines Feedback-Signals vorgesehen sind, und **dass** eine Auswerteeinrichtung (9) zur Durchführung einer Auswertung des Feedback-Signals, insbesondere einer Frequenzfilterung des Feedbacksignals oder einer mathematischen Korrelation des Feedbacksignals und des Testsignals, vorgesehen ist.
13. Zugsicherungssystem gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Einkoppelstelle (5) und Auskoppelstelle (7, 7a, 7b) mindestens eine Kapazität (12, 12a, 12b) parallel zur zu steuernden Einheit (2, 2') geschaltet ist.
14. Zugsicherungssystem gemäß einem der Ansprüche 12 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaltkreis (1'', 1''') mehrere zueinander in Serie geschaltete Schalter (3a, 3b) aufweist.
15. Zugsicherungssystem gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schaltkreis (1'', 1''') mehrere Teilschaltkreise (10a, 10b) umfasst, die einen gemeinsamen Leitungsabschnitt (11) aufweisen, wobei jeder Teilschaltkreis (10a, 10b) eine zur zu steuernden Einheit (2, 2') und zu einem Punkt zwischen den Schaltern (3a, 3b) parallel geschaltete Kapazität (12a, 12b) sowie eine Empfangseinheit (8a, 8b) umfasst, wobei die Einkoppelstelle (5) in dem gemeinsamen Leitungsabschnitt (11) angeordnet ist und die Auskoppelstellen (7a, 7b) außerhalb des gemeinsamen Leitungsabschnitts (11) angeordnet sind.
16. Zugsicherungssystem gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Empfangseinrichtung (6), die Detektionseinrichtung (8, 8a, 8b) und die Auswerteeinrichtung (9) Teile einer streckenseitigen elektronischen Einheit (LEU) sind.
17. Zugsicherungssystem gemäß Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zugsicherungssystem mit mindestens einer Balise (15), vorzugsweise einer Euro-Balise, ausgestattet ist, die mit der streckenseitigen elektronischen Einheit (LEU), vorzugsweise galvanisch, verbunden ist, und dass eine fahrzeugseitige Empfangseinheit (OBU) vorgesehen ist zum drahtlosen Empfang von von der Balise (15) übermittelten Informationen, insbesondere von Telegrammen.
18. Zugsicherungssystem gemäß einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zu steuernde Einheit (2, 2') einen Schwingkreis, insbesondere einen INDUSI-Schwingkreis, umfasst.

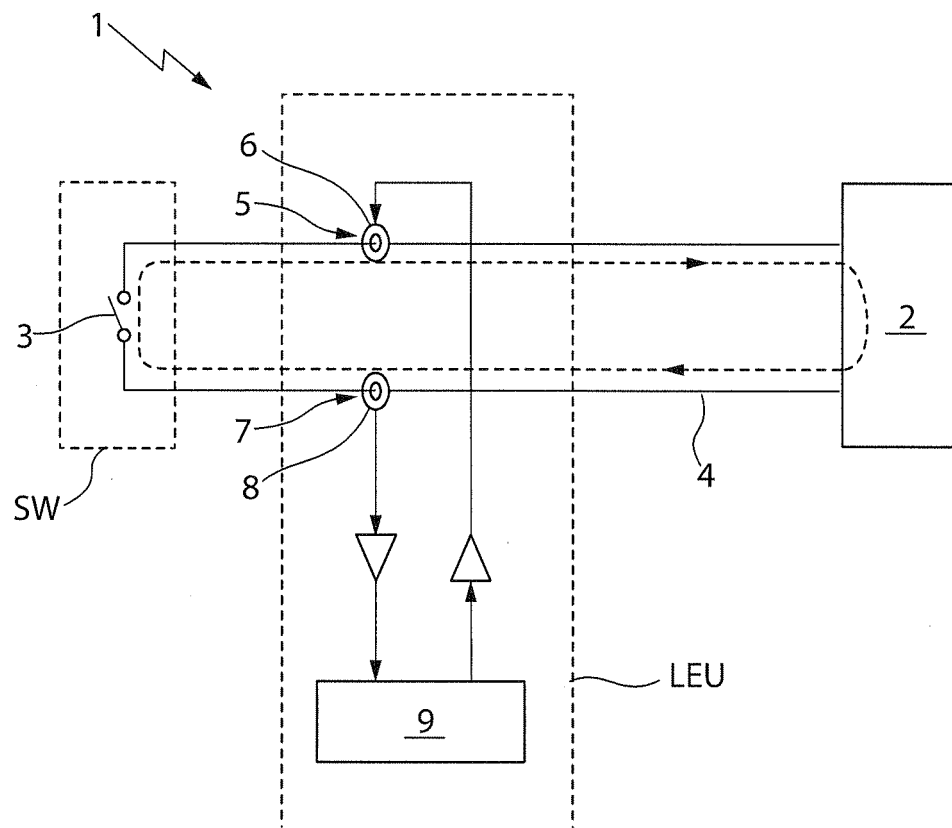


Fig. 1

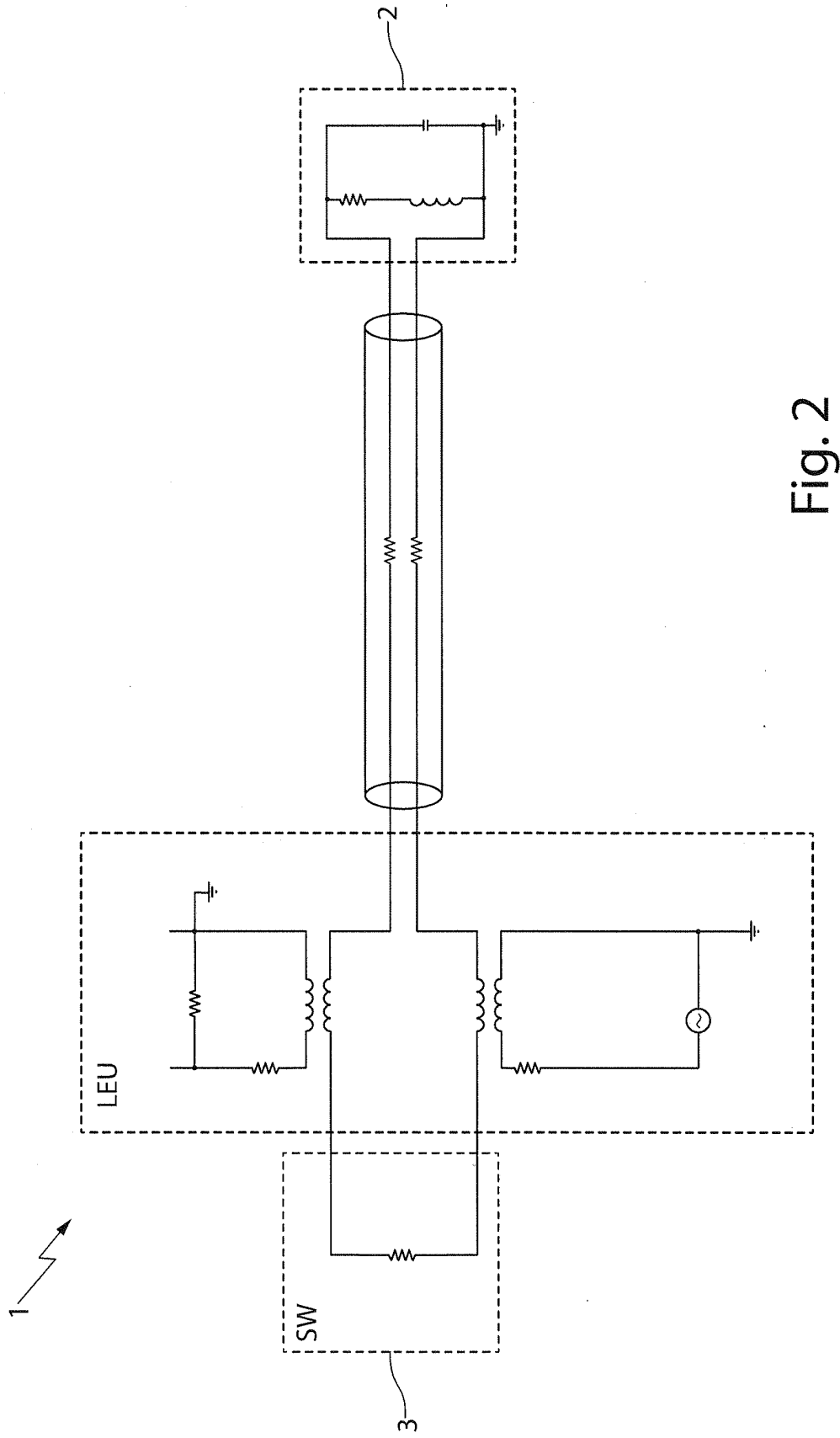
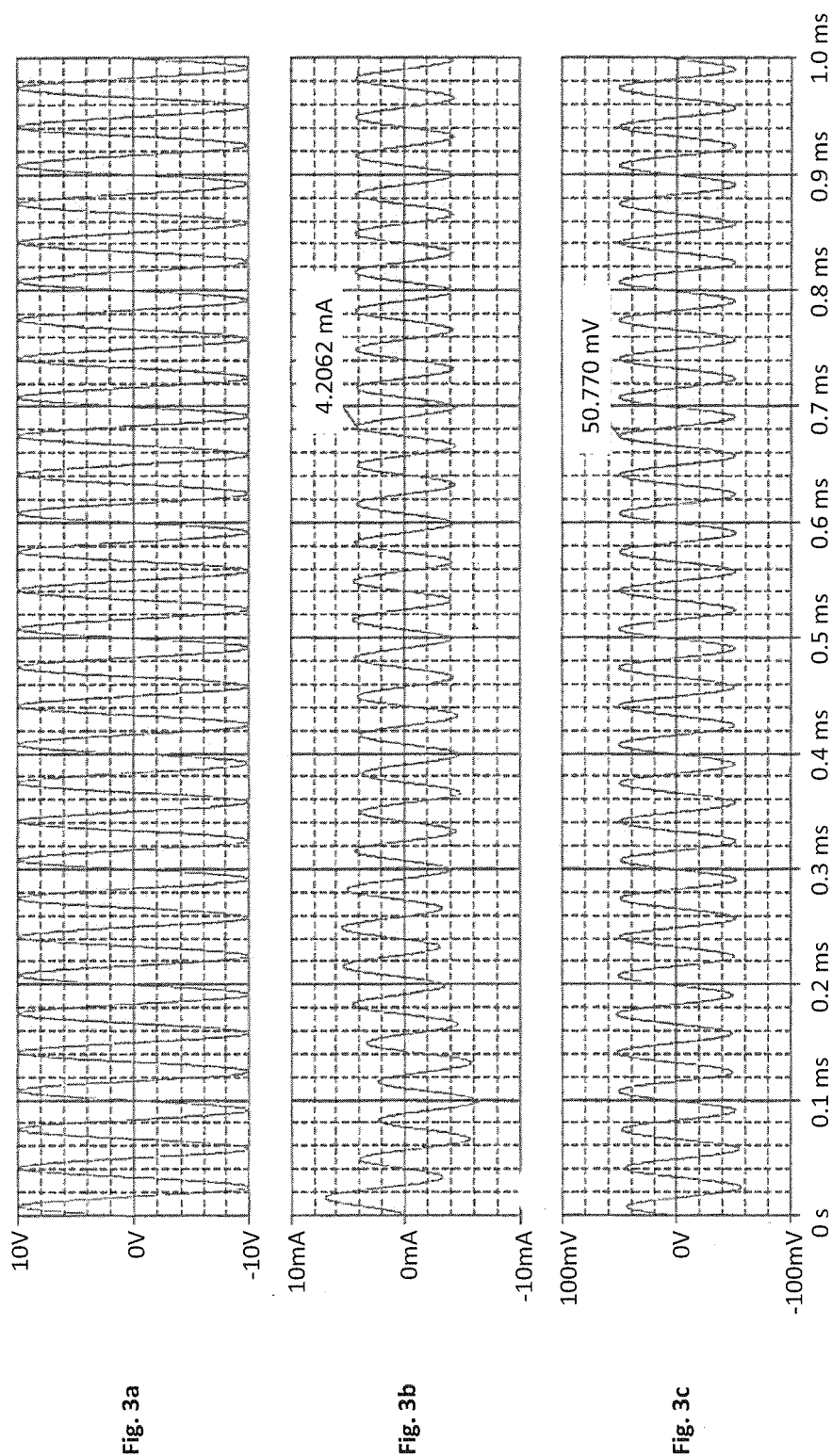


Fig. 2



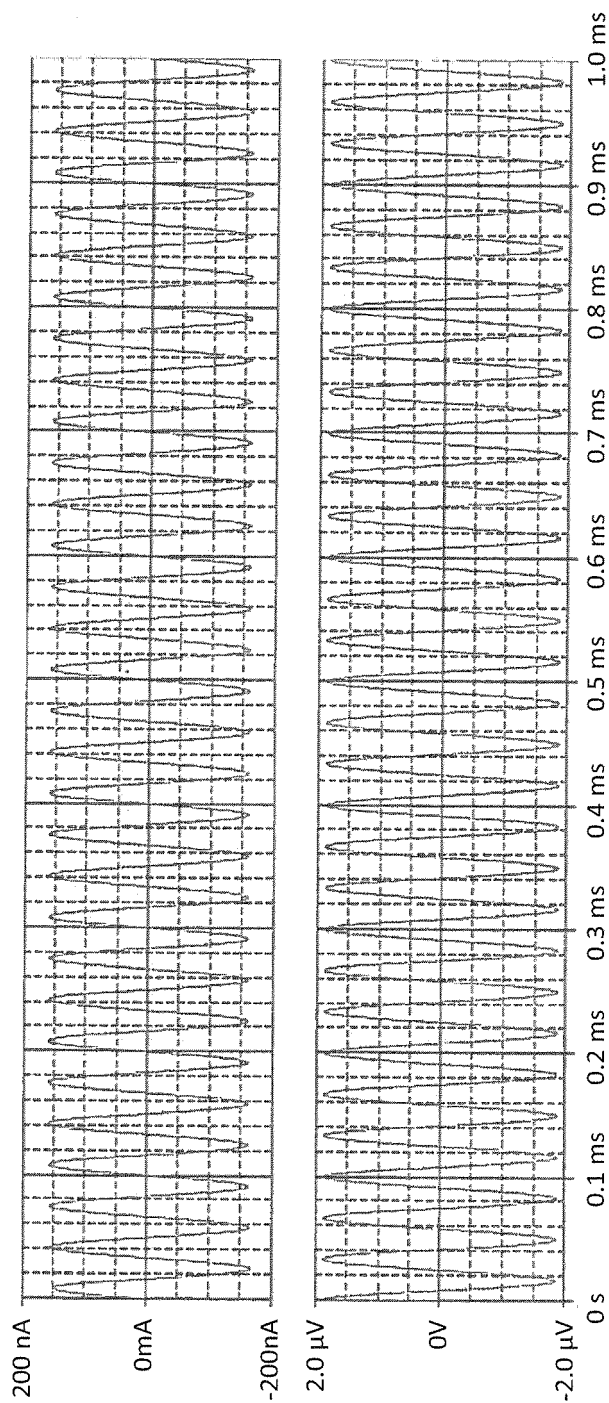


Fig. 3d

Fig. 3e

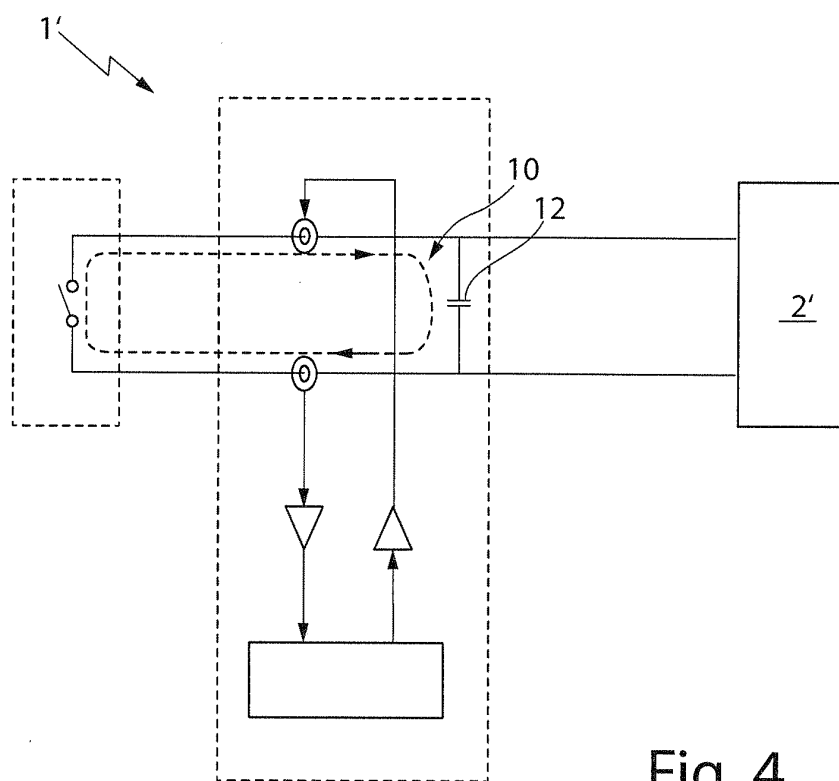


Fig. 4

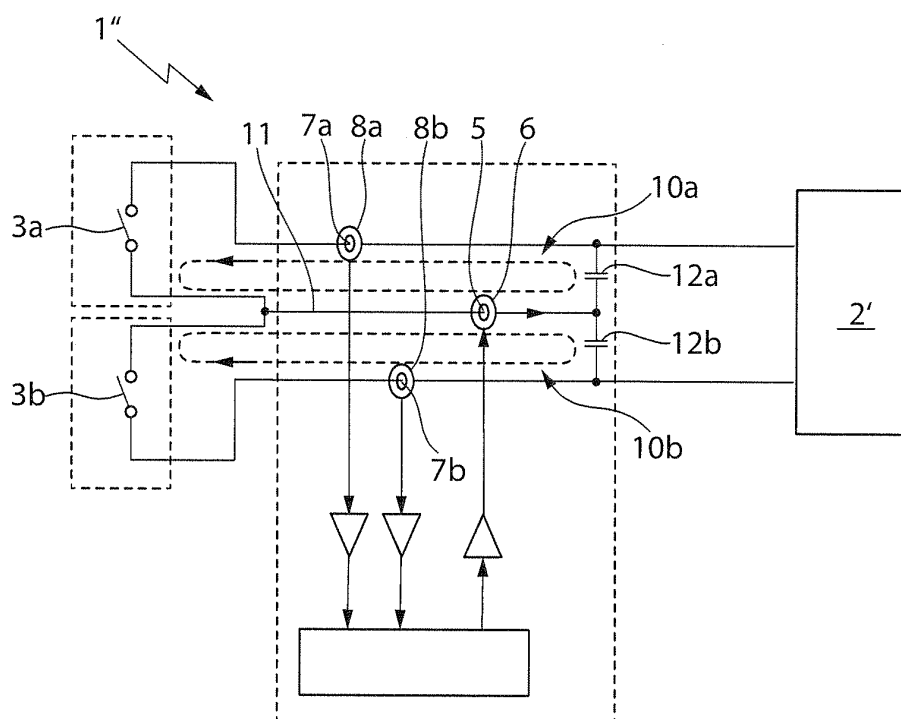


Fig. 5

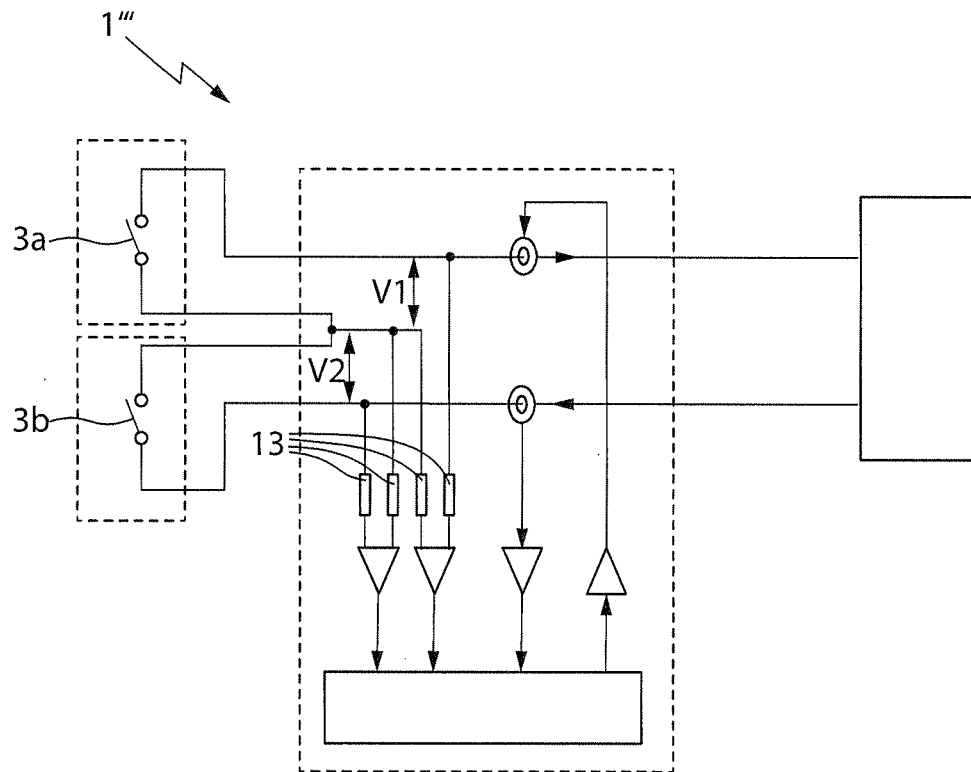


Fig. 6

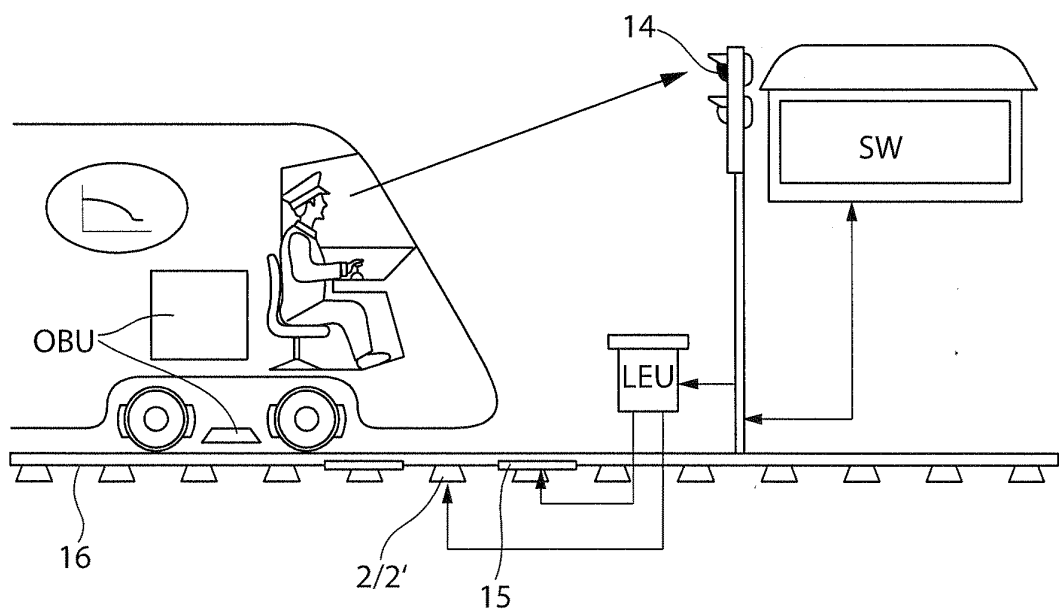


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 19 0689

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2011 003279 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 4. August 2011 (2011-08-04) * Absatz [0029] - Absatz [0032] * * Absatz [0042] - Absatz [0048] * * Abbildungen 2,6,7 *	1-18	INV. B61L27/00 B61L1/02 G01R31/00 G01R31/327
X	EP 1 558 939 A2 (JOHNSON MICHAEL [US]) 3. August 2005 (2005-08-03) * Absatz [0017] * * Absatz [0022] *	1-18	ADD. B61L3/12
X	US 6 163 144 A (STEBER GEORGE R [US] ET AL) 19. Dezember 2000 (2000-12-19) * Spalte 4, Zeile 34 - Zeile 48 * * Spalte 5, Zeile 47 - Zeile 64 * * Abbildung 7 *	1-18	
X	US 2009/033336 A1 (BLANCHARD JOSEPH [US]) 5. Februar 2009 (2009-02-05) * Absatz [0090] - Absatz [0091] * * Seite 7; Abbildung 7 *	1-18	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L G01R
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		21. März 2014	Janhsen, Axel
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 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 13 19 0689

5

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.

21-03-2014

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011003279 A1	04-08-2011	DE 102011003279 A1	04-08-2011
		US 2011187376 A1	04-08-2011
		US 2014009162 A1	09-01-2014

EP 1558939 A2	03-08-2005	AT 403880 T	15-08-2008
		AU 2003287223 A1	13-05-2004
		CA 2547867 A1	06-05-2004
		EP 1558939 A2	03-08-2005
		ES 2308005 T3	01-12-2008
		JP 2006504381 A	02-02-2006
		US 2006238363 A1	26-10-2006
		WO 2004038881 A2	06-05-2004

US 6163144 A	19-12-2000	KEINE	

US 2009033336 A1	05-02-2009	CN 101821635 A	01-09-2010
		EP 2179295 A1	28-04-2010
		US 2009033336 A1	05-02-2009
		US 2010185406 A1	22-07-2010
		US 2012154140 A1	21-06-2012
		US 2013147460 A1	13-06-2013
		WO 2009020885 A1	12-02-2009

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102009060947 A1 [0002] [0006]