

(19)



(11)

EP 2 380 796 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
23.05.2012 Patentblatt 2012/21

(51) Int Cl.:
B61L 1/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11174941.2**

(22) Anmeldetag: **30.06.2009**

(54) **Gewährleistung einer niederohmigen elektrischen Verbindung zwischen Rädern eines Schienenfahrzeugs und Fahrschienen**

Guarantee of a low-ohm electric connection between wheels of a rail vehicle and rails

Assurance d'une connexion électrique à faible impédance entre les roues d'un véhicule sur rail et la voie ferrée

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.10.2011 Patentblatt 2011/43

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
09008541.6 / 2 277 763

(73) Patentinhaber: **Bombardier Transportation GmbH
10785 Berlin (DE)**

(72) Erfinder: **Still, Ludwig
64683 Einhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Brunotte, Joachim Wilhelm Eberhard
Bressel und Partner
Patentanwälte
Park Kolonnaden
Potsdamer Platz 10
10785 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 0 500 757 US-A- 2 022 092

EP 2 380 796 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schienenfahrzeug mit einer Induktionsschleife zur Gewährleistung einer niederohmigen elektrischen Verbindung zwischen Rädern des Schienenfahrzeugs und Fahrschienen, auf denen die Räder rollen, durch Induktion einer elektrischen Spannung in eine durch die Räder, durch Abschnitte zumindest einer der Fahrschienen und durch elektrische Verbindungen zwischen Rädern gebildete sekundäre Stromschleife.

[0002] In einigen Ländern wird die Tatsache, dass ein Gleisabschnitt von einem Schienenfahrzeug besetzt ist (die so genannte Gleisbesetzmeldung) detektiert, indem eine Spannung zwischen beide Schienen angelegt wird. Bei nicht befahrendem Gleis bleibt diese Spannung durch den hochohmigen Widerstand zwischen den beiden Schienen bestehen und kann am Ende des Gleisabschnittes gemessen werden. Beim Befahren des Gleisabschnittes durch ein Fahrzeug wird die angelegte Spannung durch das Fahrzeug kurzgeschlossen, so dass die Spannung zusammenbricht. Dies kann detektiert werden, so dass eine Gleisbesetzmeldung erfolgen kann.

[0003] Voraussetzung für die sichere Funktion einer solchen Gleisbesetzmeldung ist, dass der elektrische Widerstand zwischen den Schienen und den Rädern ausreichend klein ist. Dieser Widerstand ist jedoch abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit sowohl der Schienen als auch der Räder. Insbesondere durch Korrosion und Schmutz kann auf den Schienen und/oder auf den Rollflächen der Räder eine nicht oder nur gering elektrisch leitfähige Oberflächenschicht vorhanden sein. Trotz solcher Oberflächenschichten kann der Stromfluss über den mechanischen Kontakt zwischen den Rädern und den Schienen für die Gleisbesetzmeldung ausreichend sein, wenn die elektrische Spannung bzw. der ohnehin über die Kontaktstelle fließende Strom ausreichend groß ist. Dagegen tritt insbesondere auf wenig befahrenen Gleisen mit schlechtem Schienenzustand die Situation ein, dass der Übergangswiderstand zwischen Rad und Schiene so groß ist, dass eine ausreichend sichere Funktion der Gleisbesetzmeldeeinrichtung nicht gewährleistet ist.

[0004] Beim Betrieb von Schienenfahrzeugen mit Antriebsenergie aus elektrischen Versorgungsnetzen reicht häufig bereits eine elektrische Grundlast (d.h. z.B. elektrische Versorgung von Hilfsbetrieben in dem Schienenfahrzeug aus dem elektrischen Versorgungsnetz) aus, um den Übergangswiderstand zwischen Rad und Schiene zu überwinden, so dass die Gleisbesetzmeldung sicher erfolgen kann. Wenn dagegen keinerlei Strom aus dem elektrischen Versorgungsnetz bezogen wird und daher auch kein Laststrom über die Kontaktpunkte zwischen den Rädern und den Schienen fließt, ist insbesondere bei schlechtem Schienenzustand die sichere Funktion der Gleisbesetzmeldung nicht gewährleistet.

[0005] Aus der EP 0 500 757 B1 ist eine Eisenbahn-

meldeanlage zum Erfassen eines Zuges innerhalb eines festgelegten Gleisabschnittes bekannt. Die Anlage weist einen Nebenschluss-Hilfsschaltkreis auf, der eine induktive Schleifenantenne enthält, welche auf dem Eisenbahnfahrzeug vorgesehen ist, so dass sie induktiv eng mit den Schienen gekoppelt ist. Dadurch wird ein Strom in den Rad-Schiene-Achse-Kreis induziert, wenn die Schleifenantenne durch eine alternierende Quelle erregt wird. Die Schleifenantenne ist in einem Drehgestell mit zwei Achsen montiert und wird von einem Oszillator mit einer Frequenz von 165 kHz erregt. Dabei ist die Erregungsfrequenz auf die Resonanzfrequenz des Schwingkreises abgestimmt. Der von der Schleifenantenne induzierte Strom fließt durch eine Drehgestell-/ Gleisschleife, welche durch die beiden Achsen, die vier an den Achsen befestigten Räder des Schienenfahrzeugs und jeweils einen Abschnitt der beiden Schienen zwischen den Rädern gebildet ist.

[0006] Außer der Möglichkeit, den Rad-Schiene-Kontakt mit Hilfe einer Induktionsschleife zu gewährleisten, kann das Schienenfahrzeug auch mit Klotzbremsen ausgestattet sein, die die Rollflächen der Räder beim Bremsvorgang schleifend kontaktieren, so dass zumindest das Rad an seiner Rollfläche eine gut konditionierte etwas aufgeraute leitende Kontaktfläche aufweist. Allerdings weisen neuere Schienenfahrzeuge häufig Scheibenbremsen auf. Der Einbau einer zusätzlichen Klotzbremse oder ähnlichen Schleifeinrichtung führt zu erheblichem Mehraufwand. Außerdem ist durch den Verschleiß an Bremse und Rad eine häufigere Wartung erforderlich.

[0007] Ein hochohmiger Widerstand kann insbesondere auch dann auftreten, wenn das Schienenfahrzeug still steht, d.h. die Räder nicht mehr auf den Schienen rollen. Wird ein Zug mit mehreren Wagen auf einem Gleis abgestellt, ist die Wahrscheinlichkeit, dass irgendeine der Vielzahl von Achsen die Schienen noch mit ausreichend niederohmigem Widerstand verbindet, relativ hoch. Außerdem wirken die Achsen wie parallele Widerstände und reduzieren so den Gesamtwiderstand zwischen den Schienen. Wenn dagegen z.B. ein einzelnes Schienenfahrzeug allein auf einem Gleis abgestellt wird, besteht die Gefahr, dass ohne zusätzliche Maßnahmen kein ausreichend niederohmiger Widerstand vorhanden ist.

[0008] Die in der EP 0 500 757 B1 beschriebene Lösung (siehe oben) mit einer Induktionsschleife, die mit Wechselstrom gespeist wird, erfordert eine Stromquelle, die auch über lange Zeiträume ausreichend mit Energie versorgt ist. In der Regel wird die Fahrzeugbatterie zur Speisung der Induktionsschleife verwendet, wenn das Fahrzeug abgerüstet ist, d.h. der Stromabnehmer nicht in Kontakt mit dem Energieversorgungsnetz ist. Bei nicht elektrisch mit Energie versorgten Schienenfahrzeugen, z.B. Lokomotiven mit dieselektrischem Antrieb, steht bei abgeschaltetem Antrieb ebenfalls nur die Fahrzeugbatterie zur Verfügung.

[0009] Da es sich bei der Bestimmung, ob ein Fahrzeug auf einem Streckenabschnitt steht, um eine sicher-

heitsrelevante Funktion handelt, muss die Induktionsschleife auch über sehr lange Zeiträume hinweg mit Strom versorgt werden können. In Extremfällen kann das Schienenfahrzeug für längere Zeit in überwachten Gleisabschnitten abgestellt sein.

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Schienenfahrzeug und ein Verfahren zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs der eingangs genannten Art anzugeben, mit denen auch bei einem über lange Zeiträume abgestellten Schienenfahrzeug sicher gewährleistet werden kann, dass das Fahrzeug eine niederohmige Verbindung zwischen den beiden Schienen herstellt. Dabei sollen Wartungsarbeiten zur Sicherung der Funktion nicht erforderlich sein. Auch soll es vorzugsweise möglich sein, das Fahrzeug nicht aktiv zu betreiben (d.h. z. B. elektrisch versorgte Schienenfahrzeuge nicht aufzurüsten), aber vorübergehend abzuschleppen. Nach dem Abschleppen soll das Schienenfahrzeug wieder stillstehen können und dennoch eine niederohmige Verbindung zwischen den beiden Schienen herstellen und somit von einer Gleisbesetzmeldeeinrichtung eine Besetzmeldung generiert wird.

[0011] Gemäß einem Grundgedanken der vorliegenden Erfindung wird eine Induktionsschleife zur Gewährleistung der niederohmigen Verbindung bei stillstehendem Fahrzeug nur intermittierend (d. h. mit zeitlichen Unterbrechungen) mit Wechselstrom gespeist. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich eine Korrosionsschicht, die sich zwischen den Oberflächen der Räder und der Schienen im Kontaktbereich der Räder und Schienen gebildet hat, bereits durch kurzzeitigen Betrieb der Induktionsschleife durchbrechen lässt. Bis sich die Korrosionsschicht wieder gebildet hat, vergeht ein sehr viel längerer Zeitraum als zum Durchbrechen der Korrosionsschicht erforderlich ist. Daher kann die Zeitdauer einer zeitlichen Unterbrechung der Speisung der Induktionsschleife sehr viel länger sein als die Zeitdauer der vor der Unterbrechung stattfindenden Speisung der Induktionsschleife.

[0012] Insbesondere kann die Zeitdauer der Speisung kürzer sein als 10 %, z. B. kürzer als 1 %, der Zeitdauer der vor der Speisung stattfindenden Unterbrechung der Speisung der Induktionsschleife. Ferner wird bevorzugt, die Zeitdauer der Speisung der Induktionsschleife mit Wechselstrom im Bereich von 0,5 bis 10 ms, insbesondere 1 bis 5 ms, zu wählen. Dabei können die einzelnen Zeiträume der Speisung unterschiedlich lang oder gleich lang sein. Z.B. ist es daher ausreichend, die Induktionsschleife alle 1 bis 5 s mit Wechselstrom zu speisen. Das Verhältnis der Zeitdauer der Speisungen zur Zeitdauer der Unterbrechungen kann daher sogar kleiner als 1 : 200 sein und bis zu 1 : 1000 oder weniger betragen.

[0013] Wie oben in Bezug auf die EP 0 500 757 B1 erwähnt wurde, beträgt die Frequenz der Speisung der Induktionsschleife mit Wechselstrom z.B. 165 kHz. Es können jedoch auch andere Frequenzen gewählt werden bzw. eingestellt werden. Vorzugsweise ist jedoch eine Frequenz von mindestens 20 kHz eingestellt. Dabei

muss die Frequenz nicht konstant sein.

[0014] Insbesondere wird vorgeschlagen: Ein Schienenfahrzeug mit einer primären Induktionsschleife zur Gewährleistung einer niederohmigen elektrischen Verbindung zwischen Rädern des Schienenfahrzeugs und Fahrschienen, auf denen die Räder rollen, durch Induktion einer elektrischen Spannung in eine durch die Räder, durch Abschnitte zumindest einer der Fahrschienen und durch elektrische Verbindungen zwischen Rädern gebildete sekundäre Stromschleife, wobei das Schienenfahrzeug eine Speiseeinrichtung aufweist, die intermittierend eine elektrische Wechselspannung an die Induktionsschleife anlegt, so dass die Induktionsschleife mit zeitlichen Unterbrechungen mit Wechselstrom gespeist wird.

[0015] Ferner wird ein Verfahren vorgeschlagen zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs, wobei zur Gewährleistung einer niederohmigen elektrischen Verbindung zwischen Rädern des Schienenfahrzeugs und Fahrschienen, auf denen die Räder rollen, eine elektrische Spannung in eine durch die Räder, durch Abschnitte zumindest einer der Fahrschienen und durch elektrische Verbindungen zwischen Rädern gebildete sekundäre Stromschleife induziert wird, wobei eine elektrische Wechselspannung intermittierend an eine primäre Induktionsschleife zur Erzeugung der induzierten Spannung angelegt wird, so dass die Induktionsschleife mit zeitlichen Unterbrechungen mit Wechselstrom gespeist wird.

[0016] Ein wesentlicher Vorteil der unterbrochenen Speisung der Induktionsschleife besteht darin, dass weniger Energie als bei kontinuierlicher Speisung verbraucht wird. Daher kann ein Schienenfahrzeug über längere Zeiträume abgestellt werden und auch zwischenzeitlich abgeschleppt werden, ohne den Kontakt zu einer externen Energieversorgung herzustellen.

[0017] Die primäre Induktionsschleife, welche mit Wechselstrom gespeist wird, kann auf unterschiedliche Weise ausgeführt werden, z.B. wie in der EP 0 500 757 B1 beschrieben. Alternativ oder zusätzlich kann die Induktionsschleife folgende Merkmale aufweisen:

[0018] Die Induktionsschleife kann zwischen zwei Drehgestellen des Schienenfahrzeugs angeordnet sein. Insbesondere ist die Induktionsschleife dabei in der Regel unterflur eines Fahrzeugchassis des Schienenfahrzeugs, d.h. unterhalb des Bodens des Fahrzeugchassis angeordnet. Insbesondere können Leitungsabschnitte der Induktionsschleife, die sich etwa parallel zu den Gleisen erstrecken, mindestens 80 mm, z.B. mindestens 100 mm und vorzugsweise mindestens 150 mm oberhalb der Oberkante der Schienen angeordnet sein. Diese Leitungsabschnitte können in einer konkreten Ausführungsform höchstens 250 mm, z.B. höchstens 200 mm und vorzugsweise 150 mm über der Oberkante der Schienen verlaufen. Es sind die jeweiligen Vorschriften für die Einhaltung eines Freiraums zwischen der Schienenoberkante und Anbauten an dem Schienenfahrzeug einzuhalten.

[0019] Die Sekundärschleife, in der die Spannung durch Induktion bewirkt wird, muss nicht zwangsläufig

durch zwei Achsen mit jeweils einander gegenüberliegenden Rädern auf den beiden Seiten des Schienenfahrzeugs und die zugehörigen Abschnitte von den zwei einander gegenüberliegenden Schienen zwischen den Radaufstandspunkten auf der jeweiligen Seite gebildet sein. Vielmehr kann eine entsprechend angeordnete und ausgestaltete primäre Induktionsschleife eine Spannung in einer Sekundärschleife bewirken kann, die durch lediglich einen Abschnitt einer Schiene auf einer Seite des Schienenfahrzeugs, zwei Räder an den Enden dieses Abschnitts und eine elektrische Verbindung z.B. über Fahrzeugmasse (gebildet durch das Chassis) gebildet sein kann.

[0020] Wenn in dieser Beschreibung davon die Rede ist, dass die in der Sekundärschleife induzierte Spannung den elektrischen Rad-Schiene-Kontakt aufrechterhält, so ist darauf hinzuweisen, dass der von der induzierten Spannung erzeugte elektrische Strom einen wesentlichen Beitrag dazu leistet. Wenn der Strom z. B. über einen Rad-Schiene-Kontakt fließt und plötzlich unterbrochen wird, entsteht an dem Kontakt eine hohe elektrische Spannung, die z. B. über Lichtbogenbildung den Kontakt wieder herstellt und elektrisch isolierende Beläge entfernt oder durchbricht.

[0021] In einer möglichen Variante der Induktionsschleife weist diese nicht nur eine Windung, sondern zumindest zwei Windungen auf, die etwa dieselbe Fläche umlaufen.

[0022] Ferner ist es möglich, dass der Strom der Induktionsschleife nicht (wie bevorzugt) galvanisch direkt von einer Speiseeinrichtung (z.B. der o.g. Stromerzeugungseinrichtung) in die Sekundärschleife eingespeist wird, sondern die Speiseeinrichtung galvanisch von der Induktionsschleife entkoppelt ist und z.B. magnetisch gemäß dem Prinzip eines Stromtransformators die Speisung erzeugt wird.

[0023] In besonderer Ausgestaltung speist die Speiseeinrichtung die Induktionsschleife bei stillstehendem Fahrzeug intermittierend, jedoch bei fahrendem Fahrzeug speist sie kontinuierlich. Dies trifft insbesondere bei geschlepptem Fahrzeug zu, z.B. bei einem nicht aufgerüsteten elektrisch versorgten Triebfahrzeug. Dem liegt der Gedanke zugrunde, dass bei geschlepptem Fahrzeug insbesondere auf nicht häufig befahrenden Strecken ein intermittierender Betrieb der Induktionsschleife nicht ausreichen kann, um die erforderliche niederohmige Verbindung zwischen den Schienen kontinuierlich herzustellen. Die Räder des Fahrzeugs kommen laufend mit anderen Stellen an der Oberfläche der Schienen in Kontakt.

[0024] Insbesondere für den vorhergehend genannten Fall der kontinuierlichen Speisung bei fahrendem Fahrzeug, jedoch auch für den ebenfalls denkbaren Fall, dass die Induktionsschleife auch bei Stillstand des Fahrzeugs über einen längeren Zeitraum kontinuierlich gespeist wird, über einen anderen Zeitraum jedoch nur intermittierend, eignen sich die folgenden Ausführungsformen:

[0025] Die Speiseeinrichtung kann einen (insbeson-

dere zweipoligen) Anschluss zum Anschließen der Speiseeinrichtung an eine Energiequelle (z. B. eine Fahrzeugbatterie oder ein fahrzeugexternes Versorgungsnetz) und eine elektronische Schalteinrichtung aufweisen, die bei intermittierender Speisung eine elektrische Verbindung zwischen der Energiequelle und der Induktionsschleife wiederholt unterbricht, um die zeitlichen Unterbrechungen der Speisung zu bewirken.

[0026] Insbesondere kann die Speiseeinrichtung einen Wechselrichter (z.B. einen Oszillator) aufweisen, wobei die Schalteinrichtung zwischen dem Anschluss zum Anschließen der Speiseeinrichtung an die Energiequelle angeordnet ist, so dass bei intermittierendem Betrieb die Verbindung des Wechselrichters zu dem Anschluss nur intermittierend hergestellt ist, d.h. wiederholt unterbrochen wird. Alternativ kann die Schalteinrichtung parallel zu dem Wechselrichter geschaltet sein, das heißt der Anschluss ist parallel über den Wechselrichter und über die Schalteinrichtung mit der Induktionsschleife verbunden, insbesondere über jeweils eine Leitung.

[0027] Insbesondere kann eine Wechselstromquelle der Speiseeinrichtung durch eine Kombination einer Gleichstromquelle (z.B. der Fahrzeugbatterie) und eines Wechselrichters (z. B. eines Oszillators) realisiert werden, wobei die Gleichstromquelle an die Gleichstromseite des Wechselrichters angeschlossen ist und die Wechselstromseite des Wechselrichters an die Induktionsschleife angeschlossen ist. In diesem Fall ist die elektronische Schalteinrichtung vorzugsweise auf der Gleichstromseite des Wechselrichters angeordnet. Bei einer anderen Ausführungsform mit einem Wechselrichter wird die Induktionsschleife bei kontinuierlicher Speisung mit Wechselstrom aus dem Wechselrichter gespeist und bei intermittierender Speisung über eine parallel zu dem Wechselrichter an die Induktionsschleife angeschlossene elektronische Schalteinrichtung gespeist, die die Speisung wiederholt unterbricht, um die zeitlichen Unterbrechungen der Speisung zu bewirken. Auch bei dieser Ausführungsform kann für den intermittierenden Speisebetrieb eine Gleichstromquelle verwendet werden. In diesem Fall kann die elektronische Schalteinrichtung die Funktion des Wechselrichters (insbesondere des Oszillators) übernehmen und während der intermittierenden Speisung die Verbindung zwischen Gleichstromquelle und Induktionsschleife wiederholt ein- und ausschalten. Die Zeitdauer der elektrischen Speisung der Induktionsschleife ist z. B. bei einer nur einmaligen Stromschwingung in der Induktionsschleife mit z.B. einer Frequenz größer als 50 kHz (d.h. Schwingungsdauer $T = 20 \mu s$) sehr viel kürzer im Vergleich zu der stromlosen Pausenzeit von z.B. 0,1s bis 10 s.

[0028] Insbesondere um automatisch feststellen zu können, ob ein kontinuierlicher oder intermittierender Betrieb der Induktionsschleife stattfinden soll, wird vorzugsweise ein Sensor oder eine Kombination von Sensoren verwendet. Der oder die Sensoren sind mit einer Steuereinheit der Speiseeinrichtung verbunden, wobei die Speiseeinrichtung abhängig von einem Signal des Sen-

sors oder der Sensoren die Induktionsschleife entweder kontinuierlich oder intermittierend mit Wechselstrom speist. Die Speiseeinrichtung besteht daher insbesondere in diesem Fall nicht nur aus einer Schalteinrichtung (z.B. der elektronischen Schalteinrichtung, siehe oben), sondern weist zumindest einen Signaleingang zum Empfangen eines Sensorsignals auf. Auch die eigentliche Stromquelle und, falls vorhanden, der oben erwähnte Wechselrichter (z. B. der Oszillator), sind Teile der gesamten Speiseeinrichtung.

[0029] Bei elektrisch versorgten Schienenfahrzeugen wird vorzugsweise ein Sensor eingesetzt (z. B. Rückmeldekontakte von Stromabnehmer und/oder Hauptschalter), der detektiert, ob das Fahrzeug aufgerüstet ist, d.h. mit dem Energieversorgungsnetz verbunden ist. Die Anordnung und Ausgestaltung solcher Sensoren ist an sich bei Schienenfahrzeugen bekannt (nicht aber die Verwendung zu dem hier beschriebenen Zweck) und wird hier daher nicht näher beschrieben. Insbesondere muss der Fahrzeugführer Kenntnis darüber haben, ob das Fahrzeug aufgerüstet ist.

[0030] Bei Fahrzeugen, die auf Fahrstrecken mit verschiedenen Zugsicherungssystemen betrieben werden (z.B. bei Betrieb in verschiedenen Ländern), wird teils durch manuelle, teils durch automatische Umschaltung auf das jeweilige Zugsicherungssystem umgeschaltet. Abhängig vom jeweiligen Zugsicherungssystem kann daher die Speisung der Induktionsschleife aktiviert oder deaktiviert werden. Dementsprechend kann eine Erfassungseinrichtung vorgesehen sein, die abhängig von einem derzeit aktiven Zugsicherungssystem ein Signal erzeugt.

[0031] Ein weiterer Sensor, der vorzugsweise zur Steuerung des kontinuierlichen oder intermittierenden Betriebes der Induktionsschleife eingesetzt wird, ist ein Luftdrucksensor, der abhängig vom Luftdruck im Bremssystem des Schienenfahrzeugs ein Signal erzeugt. Ist der Druck im Bremssystem z. B. für einen Fahrbetrieb ausreichend, ist dies ein Hinweis darauf, dass das Fahrzeug nicht über längere Zeiträume abgestellt ist. Z.B. in Kombination mit dem und/oder den im Folgenden beschriebenen Sensor/en kann so eine sicherere Aussage darüber getroffen werden, ob das Fahrzeug fährt oder stillsteht.

[0032] Ein solcher weiterer Sensor ist ein Vibrationsensor, der abhängig davon, ob das Fahrzeug während der Fahrt auftretenden Schwingungen ausgesetzt ist, ein Signal erzeugt. Alternativ oder zusätzlich zu dem Vibrationssensor kann ein Geschwindigkeitssensor verwendet werden, der abhängig von der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs ein Signal erzeugt.

[0033] Weitere Ausgestaltungen des Verfahrens und Varianten des Verfahrens zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs ergeben sich aus der Beschreibung der verschiedenen Maßnahmen und Ausgestaltungen des Schienenfahrzeugs und werden daher hier nicht nochmals beschrieben.

[0034] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele

der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Die einzelnen Figuren der Zeichnung zeigen:

- 5 Fig. 1 schematisch eine Anordnung mit zwei Drehgestellen eines Schienenfahrzeugs, die auf zwei Schienen rollen, und einer Induktionsschleife des Schienenfahrzeugs, die eine Wechselspannung in einer Sekundärschleife induziert,
- 10 Fig. 2 eine erste Ausführungsform einer Speiseeinrichtung mit einer daran angeschlossenen Induktionsschleife, z.B. der Induktionsschleife gemäß Fig. 1,
- Fig. 3 eine zweite Ausführungsform einer Speiseeinrichtung mit angeschlossener Induktionsschleife,
- 15 Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel der in Fig. 2 dargestellten Speiseeinrichtung und
- Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel der in Fig. 3 dargestellten Speiseeinrichtung.
- 20

[0035] Fig. 1 zeigt zwei Drehgestelle 107, 119 mit jeweils zwei Achsen 105, 106; 108, 109. An jeder der Achsen 105, 106, 108, 109 ist an gegenüberliegenden Enden jeweils ein Rad 115a-115d; 116a-116d angeordnet. Die Räder 115a, 115c, 116a, 116c rollen auf einer ersten Schiene 101. Die Räder 115b, 115d, 116b, 116d rollen auf der gegenüberliegenden zweiten Schiene 102 eines Gleises.

[0036] In Längsrichtung des Schienenfahrzeugs, d.h. in Fahrtrichtung zwischen den Drehgestellen 107, 119, befindet sich eine Induktionsschleife 1, die eine im Wesentlichen rechteckige und eben in horizontaler Ebene verlaufende Fläche 130 umläuft. Dementsprechend weist die Induktionsschleife 1 einen ersten Leitungsabschnitt 1 a auf, der sich etwa oberhalb der ersten Schiene 101 und parallel zu dieser erstreckt, einen zweiten Leitungsabschnitt 1 b, der sich etwa oberhalb der zweiten Schiene 102 und parallel zu dieser erstreckt, einen dritten Leitungsabschnitt 1 c, der mit einem Ende des ersten Abschnitts 1 a verbunden ist und quer zu den Schienen 101, 102 in einer horizontalen Richtung verläuft, und einen vierten Abschnitt 1 d, der ein weiteres Ende des ersten Abschnitts 1 a mit einem Ende des Abschnitts 1 b verbindet und ebenfalls quer zu den Schienen 101, 102 in etwa horizontaler Richtung verläuft. Die bisher nicht genannten Enden der Abschnitte 1 c, 1 b sind mit einer Stromerzeugungsschaltung 53 verbunden, die z. B. als Oszillatorschaltung ausgestaltet ist. Angedeutet ist in Fig. 1 eine Spannung U_1 , mit der die Oszillatorschaltung 53 die Induktionsschleife 1 speist. Bei der Spannung U_1 handelt es sich um eine Wechselspannung mit einer Frequenz, die vorzugsweise im Mittelfrequenzbereich liegt. Die Stromerzeugungsschaltung 53, die als Wechselstromquelle fungiert, wird insbesondere über die elektrische Energieversorgung an Bord des Fahrzeuges gewährleistet (z. B. Bordbatterie).

[0037] Ganz generell gilt für die vorliegende Erfindung,

dass eine Speisefrequenz zur Speisung der zumindest einen Induktionsschleife im Mittelfrequenzbereich bevorzugt wird. Die Untergrenze für die Frequenz liegt im Bereich von 50 kHz, vorzugsweise wird eine Speisefrequenz zwischen 100 kHz und 160 kHz gewählt. Die Obergrenze für die Speisefrequenz liegt z.B. bei etwa 500 kHz. Bei höheren Frequenzen wird die Einhaltung von den gültigen Bestimmungen betreffend der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) erschwert.

[0038] Vorzugsweise stimmt die Speisefrequenz mit einer Resonanzfrequenz des schwingenden Systems (z. B. L-C-Schwingkreis) überein, dessen Teil die Induktionsschleife ist.

[0039] Da die Induktionsschleife 1 zwischen den beiden Drehgestellen 107, 119 liegt und da beide Drehgestelle zwei Achsen aufweisen, wird eine zugehörige Sekundärschleife, in der die Induktionsschleife eine Spannung induziert, durch alle vier Achsen, die zugehörigen Räder und die Schienenabschnitte der beiden Schienen 101, 102 zwischen den Drehgestellen gebildet. Dies gilt für den Fall, dass der elektrische Kontakt von jedem der Räder zu der zugeordneten Schiene niederohmig hergestellt ist oder zumindest durch die induzierte Spannung hergestellt wird. Es ist jedoch auch möglich, dass zumindest eines oder mehrere der Räder selbst bei Induktion einer Spannung keinen ausreichend niederohmigen Kontakt zu der zugeordneten Schiene haben und daher ein Teil der Achsen nicht zur Herstellung der niederohmigen Verbindung beiträgt. Der gemeinsame magnetische Fluss durch die Primärschleife 1 und die Sekundärschleife ist durch eine Ringlinie mit Pfeil und das Symbol Φ angedeutet.

[0040] Anders als in Figur 1 dargestellt ist, kann die primäre Induktionsschleife innerhalb eines Drehgestells angeordnet sein. Aus Redundanzgründen können auch mehrere primäre Induktionsschleifen angeordnet werden. Das zur Erzeugung einer Induktionsspannung im Sekundärkreis erforderliche magnetische Feld kann durch eine oder auch mehrere Windungen der primären Induktionsschleife(n) hervorgerufen werden. Die induktive Kopplung der Induktionsschleife (Primärschleife) zur Sekundärschleife hängt vom Abstand der Primärschleife zum Gleis und von der aufgespannten Fläche ab.

[0041] Bei dem hier vorgeschlagenen intermittierenden Betrieb wird genutzt, dass zum Durchbrechen einer Oxyd-/Korrosionsschicht zwischen den Rädern einerseits und den Schienen andererseits eine elektrische Spannung bestimmter Höhe erforderlich ist. Nach erfolgreichem Spannungsdurchbruch reicht dann eine wesentlich niedrigere Spannung aus, um die niederohmige Verbindung zu erhalten. Die von der Gleisfreimeldeeinrichtung (nicht in den Figuren dargestellt, z. B. in einem Stellwerk an der Fahrstrecke des Fahrzeugs angeordnet) zwischen die Schienen angelegte Spannung (die in ungünstigen Fällen unter 1 V liegen kann) und der daraus resultierende schwache Stromfluss sind ausreichend, um den erforderlichen niederohmigen Widerstand für begrenzte Zeit zu erhalten.

[0042] Eine erste Ausführungsform einer Speiseeinrichtung, die es gestattet auch bei längeren Stillstandszeiten eines Fahrzeugs eine niederohmige elektrische Rad-Schiene-Verbindung zu sichern und dabei sehr wenig Energie (z. B. aus der Bordbatterie) verbraucht, ist in Fig. 2 dargestellt.

[0043] Die Induktionsschleife 1 ist über elektrische Anschlüsse 63, 64 und ein daran angeschlossenes Koaxialkabel 60 an die Wechselspannungsseite (mit elektrischen Anschlüssen 61, 62) eines Wechselrichters (z. B. Oszillators) 2 angeschlossen. Die Gleichspannungsseite des Wechselrichters 2 weist einen ersten Anschluss 51 zum Anschließen eines Pluspotenzials und einen zweiten Anschluss 52 zum Anschließen eines Minuspotenzials auf. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Polung beschränkt, die Polung kann auch umgekehrt sein, d.h. die im Folgenden beschriebenen Bauteile können auch in der Leitung zum Minuspol angeordnet sein.

[0044] Der Minuspol ist mit dem Minuspol einer Gleichstromversorgung, hier der Fahrzeugbatterie 59, verbunden. Der Pluspol 51 ist mit einem ersten Anschluss p eines Schalters 58 verbunden. Ferner ist der Pluspol 51 über eine parallele Leitung und über eine Schalteinrichtung 55 mit einem zweiten Anschluss i des Schalters 58 verbunden. Der Schalter 58 ist in der Lage, zwischen den Anschlüssen i und p umzuschalten, so dass ein dritter Anschluss m des Schalters 58 je nach Schaltzustand entweder mit dem Anschluss i oder dem Anschluss p verbunden ist. Wenn das Pluspotenzial der Gleichstromversorgung 59 an dem Anschluss m anliegt und außerdem der Anschluss m mit dem Anschluss p verbunden ist, wird der Wechselrichter kontinuierlich betrieben und daher die Induktionsschleife 1 kontinuierlich mit Wechselstrom gespeist. Wenn dagegen der Schalter 58 die Anschlüsse m und i verbindet, sorgt die Schalteinrichtung 55 für einen intermittierenden Betrieb sowohl des Wechselrichters als auch der Induktionsschleife 1, indem sie den Wechselrichter lediglich zeitweise mit der Gleichstromversorgung 59 verbindet.

[0045] Grundsätzlich wäre es auch möglich, die Schalteinrichtung zwischen die Wechselspannungsseite des Wechselrichters und die Induktionsschleife 1 zu legen. Jedoch würde dies unnötige Verluste durch einen lastfreien Betrieb des Wechselrichters 2 bedeuten.

[0046] Zwischen dem Anschluss m des Schalters 58 und dem Pluspol der Gleichstromquelle 59 ist optional noch ein Leitungsschutzschalter (z. B. ein Sicherungsautomat) 74 angeordnet.

[0047] Ferner wird noch eine Steuerung beschrieben, die in Fig. 2 schematisch dargestellt ist und bei anderen Ausführungsformen auch nicht vorhanden sein kann. Zu dieser Steuerung gehört ein weiterer Schalter 57, der in Serie zu dem Schalter 58 angeordnet ist. Die beiden Schalter 57, 58 sind Teile einer steuerbaren Einheit 95 zum Umschalten der Betriebsmodi und zum Ein- oder Ausschalten der Speiseeinrichtung. Der Schalter 57 wird durch ein Sensorsignal 73 angesteuert, das z.B. die Information darüber enthält, ob das Fahrzeug aufgerüstet

ist und/oder in welchem Land oder welchem Schienennetz sich das Fahrzeug befindet. Abhängig von dem Land oder Schienennetz und/oder der Frage, ob das Fahrzeug aufgerüstet oder abgerüstet ist, ist ein Speisebetrieb der Induktionsschleife 1 erforderlich oder nicht. Das Sensorsignal 73 führt dementsprechend zum Schließen oder Öffnen des Schalters 57.

[0048] Der Schaltzustand des Schalters 58 hängt von einem oder mehreren Sensorsignalen ab. In dem Ausführungsbeispiel sind die Sensorsignale: ein Signal eines Luftdrucksensors zur Messung des Luftdrucks in einem Bremssystem des Fahrzeugs (70), das Signal 71 eines Geschwindigkeitssensors zur Messung der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs oder zur Übertragung der Information, ob die Fahrgeschwindigkeit eine Mindestgeschwindigkeit übersteigt (z.B. eine Geschwindigkeit nahe 0) und ein Sensorsignal 72 eines Vibrationssensors zur Übertragung der Information, ob das Fahrzeug Vibrationen ausgesetzt ist, die üblicherweise beim Fahren des Fahrzeugs entstehen, z.B. Vibrationen im Drehgestell. Anstelle von Sensorsignalen 70, 71, 72, 73 können auch reine Schaltsignale zu den Schaltern 57, 58 übertragen werden, die dann von den Sensorsignalen abhängig sind.

[0049] Es ist möglich, dass entweder die Einrichtung 95 Sensorsignale auswertet oder die Auswertung an anderer Stelle vorgenommen wird und lediglich Schaltsignale zu der Einrichtung 95 übertragen werden.

[0050] Auf ein Ausführungsbeispiel der Schalteinrichtung 55 und des Wechselrichters wird noch anhand von Fig. 4 eingegangen.

[0051] Die Schalteinrichtung 55 kann z. B. ein elektronisches Relais sein, welches den nachgeschalteten Wechselrichter 2 zyklisch ein- und ausschaltet.

[0052] Figur 3 zeigt eine alternative Anordnung zu Fig. 2. Gleiche und funktionsgleiche Bauteile und Elemente sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet. Gemäß Fig. 3 ist ausgangsseitig der Wechselstromquelle (das heißt auf der Wechselspannungsseite des Wechselrichters 2) ein Umschalter 75 angeordnet. Je nach Anforderung der Logik der Einrichtung 95 wird der Umschalter 75 in Stellung p auf die permanente (das heißt kontinuierliche) Speisung der Induktionsschleife 1 (bei vorzugsweise mit vorgegebener Mittelfrequenz arbeitender Wechselstromquelle), oder in Stellung i auf eine intermittierend arbeitende Pulsschaltung 76 geschaltet. Bei der Anordnung nach Fig. 3 sind daher zwei unabhängige Speisekombinationen vorhanden, die wahlweise die Induktionsschleife 1 speisen.

Die Pulsschaltung 76 in Fig. 3 ist zur Erzeugung einer definiert hohen Spannung in der aufgespannten Gleisschleife vorzugsweise derart gestaltet, dass sich in der Induktionsschleife 1 während der Einschaltzeiträume eine Schwingfrequenz und ein Schwingstrom einstellen, die vergleichbar sind mit den Größen bei der Speisekombination mit Wechselrichter 2. Auf eine Ausgestaltung der Pulsschaltung 76 und des Wechselrichters wird noch anhand von Fig. 5 eingegangen.

[0053] Gemäß einer bevorzugten Steuerungsvorschrift zur Steuerung des Betriebes der Speiseeinrichtung gemäß Fig. 2 und 3 werden folgende Betriebszustände unterschieden:

- a) alle Betriebszustände bei aufgerüstetem Fahrzeug (die Induktionsschleife wird kontinuierlich mit Wechselstrom gespeist)
- b) dem Stillstandsbetrieb bei abgerüstetem Fahrzeug (das Fahrzeug ist abgestellt und die Induktionsschleife wird intermittierend mit Wechselstrom gespeist)
- c) dem geschleppten Betrieb (das Fahrzeug ist abgerüstet und wird durch ein anderes Fahrzeug geschleppt, die Induktionsschleife wird kontinuierlich mit Wechselstrom gespeist).

Die Umschaltung von der intermittierenden Speisung bei Stillstand und der kontinuierlichen Speisung bei geschlepptem Fahrzeug erfolgt durch Überschreitung eines oder auch mehrerer Schwellwerte von folgenden Sensoren:

- Fahrzeugluftdruck-Sensor, der insbesondere Teil der Bremssteuerung sein kann: Bei angekuppeltem Fahrzeug (Schleppbetrieb) erhält die Bremsanlage durch pneumatische Verbindung der angehängten Wagen einen entsprechenden Luftdruck, um die Bremse zu lösen. Das Überschreiten des Luftdrucks über einen definierten Schwellwert wird z.B. von der Schaltlogik in Einrichtung 95 in Fig. 2 ausgenutzt, um eine Umschaltung vom intermittierenden in den kontinuierlichen Speisebetrieb der Induktionsschleife vorzunehmen (Umschalter 58 wird in Stellung p geschaltet).
- Geschwindigkeitssensor: Über einen separaten Geschwindigkeitssensor z. B. eine Kombination von Ultraschallsensoren oder auch über eine auf dem Fahrzeug ohnehin vorhandene Geschwindigkeitsmesseinrichtung wird bei einer Geschwindigkeit, die größer als null ist, der kontinuierliche Speisebetrieb aktiviert.
- Vibrationssensor: Beim Bewegen des Fahrzeugs entstehen Erschütterungen / Beschleunigungen die vom Sensor erfasst werden. Durch die Logik der Einrichtung 95 wird eine entsprechende Umschaltung in den kontinuierlichen Speisebetrieb vorgenommen wird.

[0054] Die Umschaltung vom kontinuierlichen in den intermittierenden Speisebetrieb erfolgt vorzugsweise erst nach Ablauf eines definierten Mindestzeitraumes nach Wegfall des Einschaltkriteriums für den kontinuierlichen Speisebetrieb.

[0055] Das Verhältnis von Einschalt- zu Ausschaltzeit wird z. B. so gewählt, dass der Energieverbrauch bei abgestelltem Fahrzeug mindestens um Faktor 10 niedriger ist im Vergleich zur Eigenentladung der Speisebat-

terie (z. B. 59 in Fig. 2). Durch Wahl des Verhältnisses der eingeschalteten und ausgeschalteten Zeiträume während des intermittierenden Betriebes (z. B. kleiner als 1 / 200) kann dies gewährleistet werden. Der beschriebene Effekt einer dauerhaften niederohmigen Gleisverbindung bei Fahrzeugstillstand mit vernachlässigbarem Energiebedarf für die Speiseeinrichtung kann so z. B. bei einem Schaltrhythmus (Spieldauer) von 1 bis 5 s und einer Einschaltdauer von jeweils 1-5 ms realisiert werden.

[0056] Zweckmäßigerweise bildet der Wechselrichter 2 in Fig. 2 zusammen mit der angeschlossenen Induktionsschleife 1 einen L-C Schwingkreis. Die Induktionsschleife bildet die Induktivität, die Schwingkreis Kapazität ist Bestandteil der des Wechselrichters 2. Über eine entsprechende Kopplung in dem Wechselrichter 2 wird der Schwingkreis zu Schwingungen angeregt und wird für eine stationäre Schwingung gesorgt. Schwingungsfrequenz und -strom sind derart gewählt, dass in der sich durch die Radaufstandspunkte (Kontaktpunkte zwischen Rad und Schiene) ergebenden Sekundärschleife eine definiert hohe Induktionsspannung erzeugt wird, um die Oxidschichten zwischen Rad und Schiene zu durchbrechen.

[0057] In Fig. 4 sind die Schalteinrichtung 55 und der Wechselrichter 2 der Speiseeinrichtung gemäß Fig. 2 als Ausführungsbeispiel konkreter dargestellt. Der Anschluss i des Schalters 58 ist mit einem ersten Widerstand R60 verbunden, an dessen zweiten Anschluss ein Thyristor TH1 angeschlossen ist. Über den Thyristor TH1 ist der erste Widerstand R60 mit einem elektrischen Anschluss 512 des Wechselrichters 2 verbunden. Die Durchlassrichtung des Thyristors TH1 ist so gerichtet, dass die positive Stromflussrichtung von dem ersten Widerstand R60 zu dem Anschluss 512 führt.

[0058] Zwischen den zweiten Anschluss des ersten Widerstands R60 und die auf niedrigerem (hier negativem) Potenzial liegende Batterieleitung zwischen Anschluss 52 des Wechselrichters und dem negativen Batteriepol der Batterie 59 ist eine erste Kapazität C60 geschaltet.

[0059] Ebenfalls an den zweiten Anschluss des ersten Widerstandes R60 und parallel zu dem Thyristor TH1 ist eine Serienschaltung eines zweiten Widerstandes R51 und einer zweiten Kapazität C50 geschaltet.

[0060] An eine Kontaktstelle zwischen dem zweiten Widerstand R51 und der zweiten Kapazität C50 ist eine Steuerschaltung zum Zünden des Thyristors TH1 angeschlossen. Diese Steuerschaltung weist eine Diode D51 und eine Kippdiode D52 auf, die in Reihe zueinander geschaltet sind, wobei die Kippdiode D52 mit dem Zündanschluss des Thyristors TH1 verbunden ist.

[0061] Diese Ausgestaltung der Schalteinrichtung könnte auch mit einer anderen Ausgestaltung des im Folgenden beschriebenen Wechselrichters 2 kombiniert werden. Das Grundprinzip des in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiels der Einrichtung 55 besteht darin, dass lediglich analoge elektrische Bauteile ohne Softwaresteuerung verwendet werden. Daher sind die Ent-

wicklungskosten gering bei hoher Zuverlässigkeit der Schaltung. Auf das Funktionsprinzip der Schalteinrichtung 55 wird noch eingegangen.

[0062] Auch der Wechselrichter 2 ist ausschließlich unter Verwendung von analogen elektrischen Komponenten realisiert. Der elektrische Anschluss 512 führt zu einem Kontaktpunkt 217, der über eine Diode D2 mit einem elektrischen Anschluss 511 des Wechselrichters verbunden ist. Dieser Anschluss 511 ist an den Kontaktpunkt p des Schalters 58 angeschlossen. Dabei ist die Durchlassrichtung der Diode D2 so gewählt, dass der positive Strom von dem Kontaktpunkt p über die Diode D2 zu dem Kontaktpunkt 217 führt.

[0063] Mit dem Kontaktpunkt 217 ist eine Serienschaltung von zwei Induktivitäten L3, L1 verbunden. Parallel dazu ist eine weitere Reihenschaltung L3, L1 geschaltet, die jedoch nicht direkt mit dem Kontaktpunkt 217 verbunden ist, sondern mit dem elektrischen Anschluss 52, der zu dem Minuspol der Batterie 59 führt. Eine Kapazität C4 verbindet Kontaktpunkte 218, 219, die jeweils zwischen den Induktivitäten L3, L1 liegen. Die beiden parallelen Reihenschaltungen der Induktivitäten L3, L1 definieren somit eine erste Seite jeweils an der Induktivität L3, die näher an der Batterie 59 liegt, und eine zweite Seite, die näher an der Induktionsschleife 1 liegt. An dieser zweiten Seite sind die Reihenschaltungen der Induktivitäten L3, L1 über einen Spannungsteiler, d.h. eine Reihenschaltung von Widerständen R5, R6, miteinander verbunden. Ein Kontaktpunkt zwischen den Widerständen R5, R6 ist mit dem Steueranschluss eines Transistors T1, d.h. z.B. mit der Basis des Transistors T1, verbunden. Dabei ist die zweite Seite der ersten Reihenschaltung der Induktivitäten L3, L1, welche an die Diode D2 angeschlossen ist, über einen weiteren Widerstand R3 mit dem Kollektor des Transistors T1 verbunden. Die zweite Seite der zweiten Reihenschaltung der Induktivitäten L3, L1 ist zum einen über einen Widerstand R2 mit dem Emitter des Transistors T1 verbunden und zum anderen über eine weitere Kapazität C10 mit dem Kollektor des Transistors T1 verbunden. Ferner ist zwischen die zweite Seite der zweiten Reihenschaltung der Induktivitäten L3, L1 und die Basis des Transistors T1 eine weitere Kapazität C20 in Serie mit noch einer weiteren Kapazität C3 und einem Widerstand R4 geschaltet. Die Kapazitäten C10 und C20 bilden eine Reihenschaltung, an deren außenliegenden Anschlüssen das Koaxialkabel 60 über die Anschlüsse 61, 62 angeschlossen ist. Wie aus dem bereits Beschriebenen folgt, ist ein elektrischer Kontaktpunkt zwischen den in Reihe geschalteten Kapazitäten C20, C10 mit der zweiten Seite der zweiten Reihenschaltung der Induktivitäten L3, L1 verbunden.

[0064] Die Funktionsweise der in Fig. 4 dargestellten Schaltung ist wie folgt:

[0065] Der Wechselrichter 2 ist ein selbsttätig schwingender Oszillator. Die Induktivität der Induktionsschleife 1 bildet zusammen mit den Kapazitäten C10, C20 einen Schwingkreis. Durch eine Rückkopplung einer Teilkondensatorspannung auf die Basis des Transistors T1 wird

eine Mitkopplung erreicht, die ein zyklisches Einschalten des Transistors T1 während der negativen Halbschwingung von C20 bewirkt. Das phasenrichtige Ein- und Ausschalten des Transistors unterstützt den durch den Schwingvorgang hervorgerufenen Entlade- und Aufladevorgang des Kondensators C10 und sorgt für eine kontinuierliche Anregung und damit für die Aufrechterhaltung der Resonanzschwingung.

[0066] Mit den Widerständen R3 und R2 kann die Höhe der Ausgangsschwingung UA zwischen den Punkten 61 und 62 eingestellt werden. Der Kondensator C3 dient zur Abkopplung des Gleichspannungsanteils der Spannung, die über Kapazität C20 abfällt. Mit dem Widerstand R4 wird der Arbeitspunkt des Transistors beeinflusst.

[0067] Die Induktivität L1 bewirkt eine Reduktion des Wechselstromanteils in der Speisequelle, wodurch die Verluste reduziert werden und das selbsttätige Anschwingen der Oszillatorschaltung bei Anlegen der Gleichspannung verbessert wird. Die Kapazität C4 und die Induktivität L3 bilden ein Eingangsfilter zur Entkopplung der Oszillatorschaltung von der Energiequelle 59.

[0068] Beim intermittierenden Mode wird der Filterkondensator C4 durch zyklisches Zünden des Thyristors TH1 durch einen Schwingvorgang über die Kapazität C60, die Induktivität L3 und die Kapazität C4 aufgeladen. Die Schalteinrichtung 55 weist - wie erwähnt - eine Parallelschaltung eines Thyristors TH1 und einem RC-Glied (Widerstand R51, Kapazität C50) auf. Beim Überschreiten einer durch die Dimensionierung der verwendeten elektrischen Bauteile definierten Spannung an der Kapazität C50 wird der Thyristor TH1 über die Kippdiode D52 gezündet. Es bildet sich ein Schwingvorgang über die geladene Kapazität C60, die Induktivität L3 und den entladenen Filterkondensator C4. Der Kondensator C4 wird annähernd auf die doppelte Spannung der Kapazität C60 aufgeladen. Die höhere Spannung an der Kapazität C4 bringt den Thyristor TH1 zum Verlöschen.

[0069] Mit der in der Kapazität C4 gespeicherten Energie schwingt der Oszillator für eine entsprechend der Dimensionierung der verwendeten elektrischen Bauteile definierte Zeit (z.B. 1 - 5 ms) und verbraucht die in der Kapazität C4 gespeicherte Energie. Danach setzt ein erneuter Ladevorgang des Kondensators C50 ein, bis dieser die Durchbruchspannung der Kippdiode D52 erreicht und den nächsten Zündvorgang des Thyristors TH1 einleitet. Der Widerstand R60 und die Kapazität C60 bilden eine Entkopplung zur Energiequelle 59.

[0070] Die in Fig. 5 dargestellte spezielle Ausführungsform der Schaltung gemäß Fig. 3 unterscheidet sich von der speziellen Ausführungsform gemäß Fig. 4 lediglich in einer Modifikation der Schalteinrichtung 76 gegenüber der Schalteinrichtung 55 und in dem Anschluss der Schalteinrichtung 76. Diese Schalteinrichtung 76 ist nicht wie die Schalteinrichtung 55 über einen elektrischen Kontakt 512 mit dem Wechselrichter an dessen Gleichspannungsseite verbunden. Vielmehr ist die Schalteinrichtung 76 über einen elektrischen Kontakt 513 mit dem

Schalter 75 verbunden, der unmittelbar an das Koaxialkabel 60 angeschlossen ist.

[0071] Ferner ist in der Schalteinrichtung 76 parallel zu dem Strompfad durch den ersten Widerstand R60 und den Thyristor TH1 ein weiterer Strompfad vorgesehen, der den Minuspol der Energiequelle 59 über einen Widerstand R61 mit dem elektrischen Anschluss 62 auf der Wechselspannungsseite des Wechselrichters 2 verbindet. Damit ist dieser Strompfad auch mit dem Koaxialkabel 60 verbunden. Zwischen die beiden genannten Strompfade, d.h. als Verbindung der Widerstände R60, R61, ist eine Kapazität C60 vorgesehen.

[0072] Ferner ist parallel zu dem Thyristor TH1 noch eine Diode D53 geschaltet, und zwar in umgekehrter Stromflussrichtung zu dem Thyristor TH1.

[0073] Die Funktion der speziellen Ausführungsform gemäß Fig. 5 ist wie folgt:

[0074] Der Kondensator C60 und die Induktivität L der Induktionsschleife 1 bilden wiederum einen Schwingkreis. Der Kondensator C60 wird über die Entkopplungswiderstände R60, R61 aufgeladen. Gleichzeitig wird die parallel zum Thyristor TH1 liegende Kapazität C50 über den Widerstand R51 aufgeladen. Beim Überschreiten einer durch die verwendeten Bauteile definierten Spannung an der Kapazität C50 wird der Thyristor TH1 über die Kippdiode D52 gezündet.

[0075] Die Spannung an dem Kondensator C60 schwingt über den Thyristor TH1 und die Induktionsschleife 1 auf negative Polarität und unmittelbar danach über die antiparallel zum Thyristor liegende Diode D53 wieder zurück. Der Schwingkreiskondensator C60 wird über die Widerstände R60, R61 nachgeladen. Gleichzeitig erfolgt die Wiederaufladung der Kapazität C50 über den Widerstand R51 bis die Durchbruchspannung der Kippdiode D52 wieder erreicht wird und der Thyristor TH1 gezündet und damit ein erneuter Schwingvorgang eingeleitet wird.

[0076] Die Wiederholfrequenz der Schwingvorgänge, d.h. die Frequenz der Thyristorzündung ist durch die Zeitkonstante des RC-Gliedes bestehend aus der Kapazität C50 und dem Widerstand R51, bestimmt. Für die Funktion des Pulsbetriebes kann auch die antiparallel zu TH1 geschaltete Diode D53 entfallen. In diesem Fall erfolgt jeweils nur eine Halbschwingung. Die auf negative Polarität geschwungene Kondensatorspannung C60 muss in diesem Fall über die Widerstände R60, R61 komplett wieder auf positives Potential aufgeladen werden.

50 Patentansprüche

1. Schienenfahrzeug mit einer Induktionsschleife (1) zur Gewährleistung einer niederohmigen elektrischen Verbindung zwischen Rädern (115, 116) des Schienenfahrzeugs und Fahrschienen (101, 102), auf denen die Räder (115, 116) rollen, durch Induktion einer elektrischen Spannung in eine durch die Räder (115, 116), durch Abschnitte zumindest einer

der Fahrschienen und durch elektrische Verbindungen zwischen Rädern (115, 116) gebildete sekundäre Stromschleife,

wobei

das Schienenfahrzeug eine Speiseeinrichtung aufweist, die intermittierend eine elektrische Wechselspannung an die Induktionsschleife anlegt, so dass die Induktionsschleife (1) mit zeitlichen Unterbrechungen mit Wechselstrom gespeist wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Zeitdauer einer zeitlichen Unterbrechung der Speisung länger ist als die Zeitdauer der vor der Unterbrechung stattfindenden Speisung der Induktionsschleife.

2. Schienenfahrzeug nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Zeitdauer der Speisung kürzer ist als 10 %, vorzugsweise z. B. kürzer als 1 %, der Zeitdauer der vor der Speisung stattfindenden Unterbrechung der Speisung der Induktionsschleife.
3. Schienenfahrzeug nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Speiseeinrichtung einen Anschluss zum Anschließen der Speiseeinrichtung an eine Energiequelle(59) und eine elektronische Schalteinrichtung (55, 76) aufweist, die bei intermittierender Speisung eine elektrische Verbindung zwischen der Energiequelle (59) und der Induktionsschleife (1) wiederholt unterbricht, um die zeitlichen Unterbrechungen der Speisung zu bewirken.
4. Schienenfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Induktionsschleife (1) bei kontinuierlicher Speisung mit Wechselstrom aus einem Wechselrichter (2) gespeist wird und bei intermittierender Speisung über eine parallel zu dem Wechselrichter an die Induktionsschleife (1) angeschlossene elektronische Schalteinrichtung (76) gespeist wird, die die Speisung wiederholt unterbricht, um die zeitlichen Unterbrechungen der Speisung zu bewirken.
5. Verfahren zum Betreiben eines Schienenfahrzeugs, wobei zur Gewährleistung einer niederohmigen elektrischen Verbindung zwischen Rädern (115, 116) des Schienenfahrzeugs und Fahrschienen (101, 102), auf denen die Räder (115, 116) rollen, eine elektrische Spannung in eine durch die Räder (115, 116), durch Abschnitte zumindest einer der Fahrschienen (101, 102) und durch elektrische Verbindungen zwischen Rädern (115, 116) gebildete sekundäre Stromschleife induziert wird, wobei eine elektrische Wechselspannung intermittierend an eine primäre Induktionsschleife (1) zur Erzeugung der induzierten Spannung angelegt wird, so dass die Induktionsschleife mit zeitlichen Unterbrechungen mit Wechselstrom gespeist wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Zeitdauer einer zeitlichen Unterbrechung der Speisung länger eingestellt wird als die Zeitdauer der vor der Unterbrechung stattfindenden Speisung der Induktionsschleife.

6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Zeitdauer der Speisung kürzer ist als 10 %, vorzugsweise kürzer als 1 %, der Zeitdauer der vor der Speisung stattfindenden Unterbrechung der Speisung der Induktionsschleife.

Claims

1. A rail vehicle with an induction loop (1) to ensure a low-resistance electrical connection between the wheels (115, 116) of the rail vehicle and rails (101,102), on which the wheels (115, 116) roll, by means of induction of an electric current into a secondary current loop formed by the wheels (115, 116), through sections of at least one of the rails and by means of electrical connections between the wheels (115, 116),
whereby
the rail vehicle has a feeder which intermittently applies an electric alternating voltage to the induction loop, so that the induction loop (1) is supplied with alternating current with chronological disconnections,
characterised in that
the duration of a temporal disconnection of the supply is longer than the duration of the supply to the induction loop taking place prior to the disconnection.
2. The rail vehicle according to the preceding claim, whereby the duration of the supply is less than 10%, preferably less than 1%, of the duration of the disconnection of the supply to the induction loop taking place prior to the supply.
3. The rail vehicle according to the preceding claim, whereby the feeder has an attachment for connecting the feeder to an energy source (59) and an electronic control unit (55, 76) which, in the case of intermittent supply, repeatedly disconnects an electric connection between the energy source (59) and the induction loop (1) in order to cause the temporal disconnections of the supply.
4. The rail vehicle according to one of the previous claims, whereby the induction loop (1), in the case of continuous supply, is supplied with alternating current from an alternating current converter (2) and, in the case of intermittent supply, is supplied via an electric control unit (76) connected to the induction loop (1) in parallel to the alternating current converter, which repeatedly disconnects the supply in order to cause the temporal disconnections of the supply.

5. A method for the operation of a rail vehicle, whereby to ensure a low-resistance electrical connection between the wheels (115, 116) of the rail vehicle and rails (101, 102), on which the wheels (115, 116) roll, an electrical voltage is induced into a secondary electric loop formed by the wheels (115, 116), through sections of at least one of the rails and by means of electrical connections between the wheels (115, 116), whereby an electrical alternating voltage is applied intermittently to a primary induction loop (1) to generate the induced voltage, so that the induction loop is supplied with alternating current with temporal disconnections,
- characterised in that**
- the duration of a temporal disconnection of the supply is set to be longer than the duration of the supply to the induction loop taking place prior to the disconnection.
6. The method according to the previous claim, whereby the duration of the supply is less than 10%, preferably less than 1%, of the duration of the disconnection of the supply to the induction loop taking place prior to the supply.

Revendications

1. Véhicule sur rails à boucle d'induction (1) pour assurer une connexion électrique à basse impédance entre des roues (115, 116) du véhicule sur rails et des rails de roulement (101, 102), sur lesquels se déplacent les roues (115, 116), par induction d'une tension électrique dans une boucle de courant secondaire formée par les roues (115, 116), par des tronçons d'au moins l'un des rails de roulement et par des connexions électriques entre roues (115, 116), dans lequel le véhicule sur rails présente un dispositif d'alimentation appliquant par intermittence une tension électrique alternative à la boucle d'induction, de telle sorte que la boucle d'induction (1) est alimentée en courant alternatif avec des coupures temporaires, **caractérisé en ce que** la durée d'une coupure temporaire de l'alimentation dure plus longtemps que la durée de l'alimentation de la boucle d'induction ayant lieu avant la coupure.
2. Véhicule sur rails selon la revendication précédente, dans lequel la durée de l'alimentation dure moins de 10 %, de préférence par exemple moins de 1 % de la durée de la coupure de l'alimentation de la boucle d'induction ayant lieu avant l'alimentation.
3. Véhicule sur rails selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif d'alimentation présente une

connexion pour connecter le dispositif d'alimentation à une source d'énergie (59) et à un dispositif de commutation électronique (55, 76) qui, en cas d'alimentation par intermittence, coupe de manière répétée une connexion électrique entre la source d'énergie (59) et la boucle d'induction (1) afin de provoquer les coupures temporaires de l'alimentation.

4. Véhicule sur rails selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la boucle d'induction (1), en cas d'alimentation en continu, est alimentée en courant alternatif provenant d'un onduleur (2), et en cas d'alimentation par intermittence, est alimentée par un dispositif de commutation électronique (76) connectée à la boucle d'induction (1) en parallèle à l'onduleur, ledit dispositif coupant l'alimentation de manière répétée afin de provoquer les coupures temporaires de l'alimentation.

5. Procédé d'exploitation d'un véhicule sur rails, dans lequel, pour assurer une connexion électrique à basse impédance entre des roues (115, 116) du véhicule sur rails et des rails de roulement (101, 102) sur lesquels se déplacent les roues (115, 116), une tension électrique est induite dans une boucle de courant secondaire formée par les roues (115, 116), par des tronçons d'au moins l'un des rails de roulement (101, 102) et par des connexions électriques entre roues (115, 116), dans lequel une tension électrique alternative est appliquée par intermittence à une boucle d'induction primaire (1) pour générer la tension induite de sorte que la boucle d'induction est alimentée en courant alternatif avec des coupures temporaires, **caractérisé en ce que** la durée d'une coupure temporaire de l'alimentation est réglée pour durer plus longtemps que la durée de l'alimentation de la boucle d'induction ayant lieu avant la coupure.

6. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la durée de l'alimentation dure moins de 10 %, de préférence moins de 1 % de la durée de la coupure de l'alimentation de la boucle d'induction ayant lieu avant l'alimentation.

Fig.1

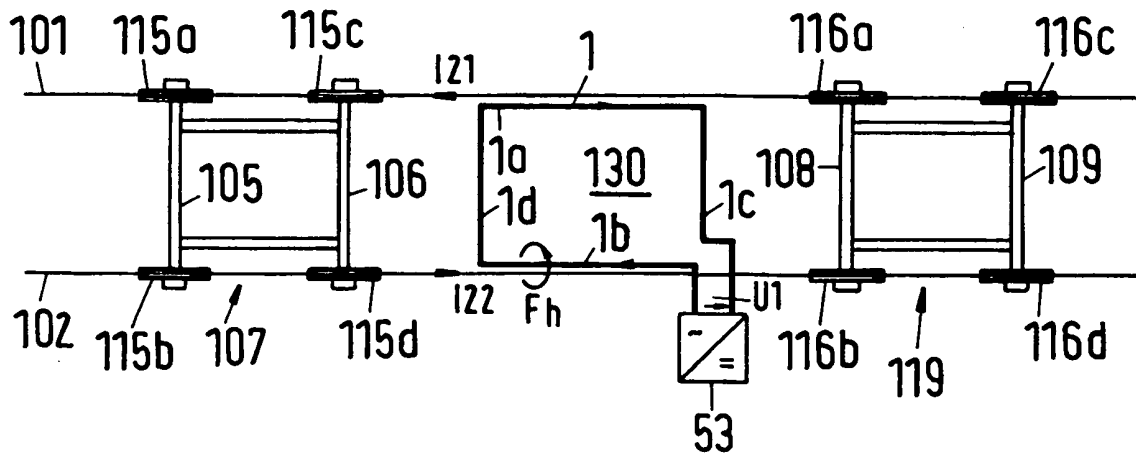


Fig.2

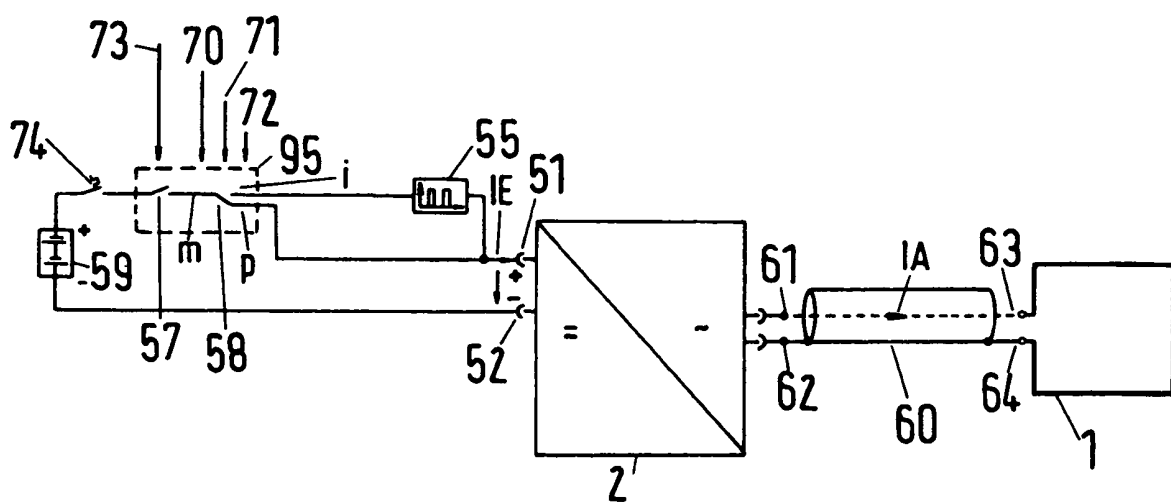


Fig. 3

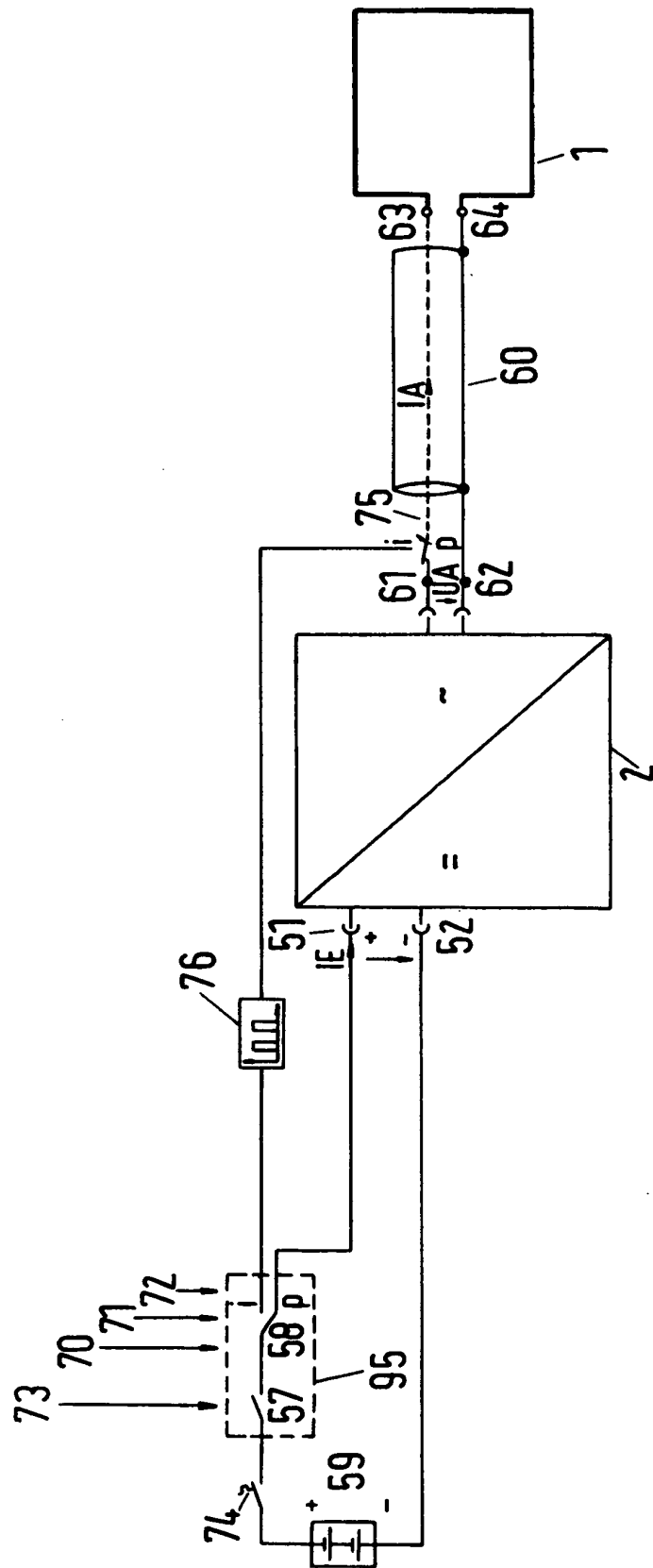


Fig.4

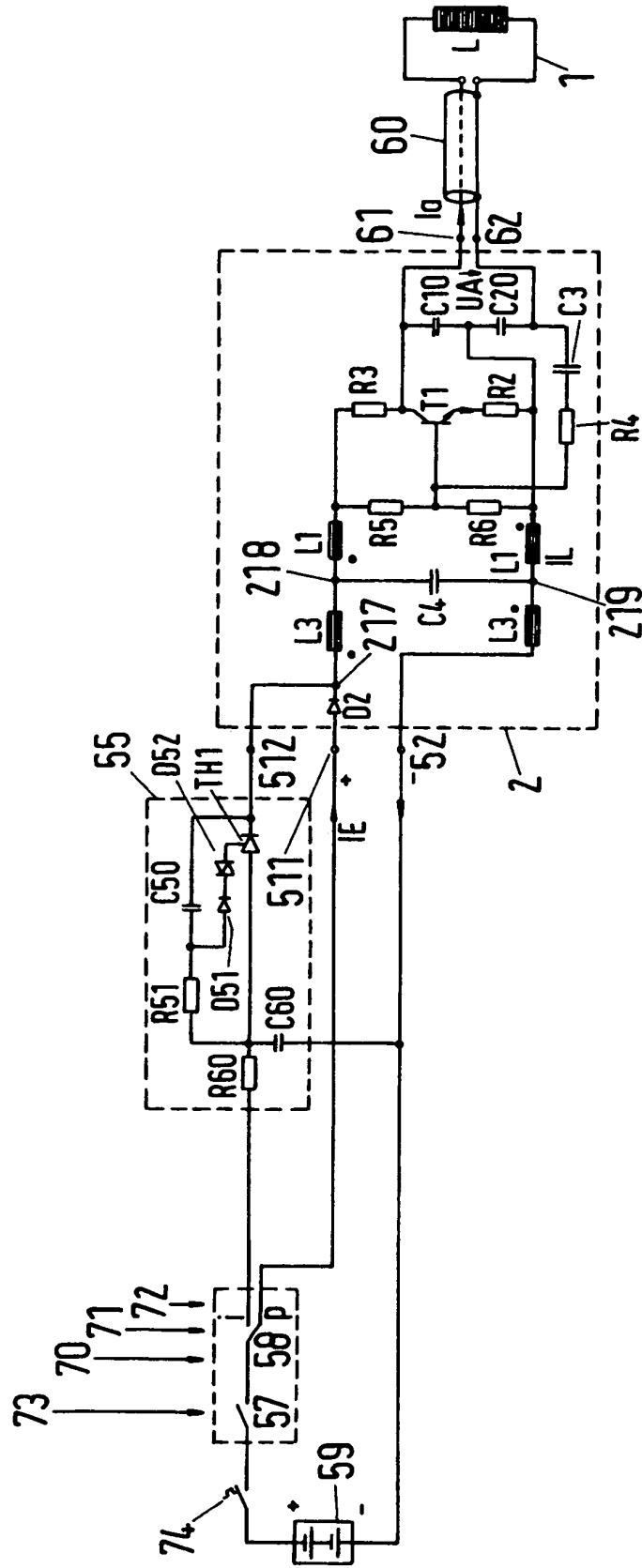
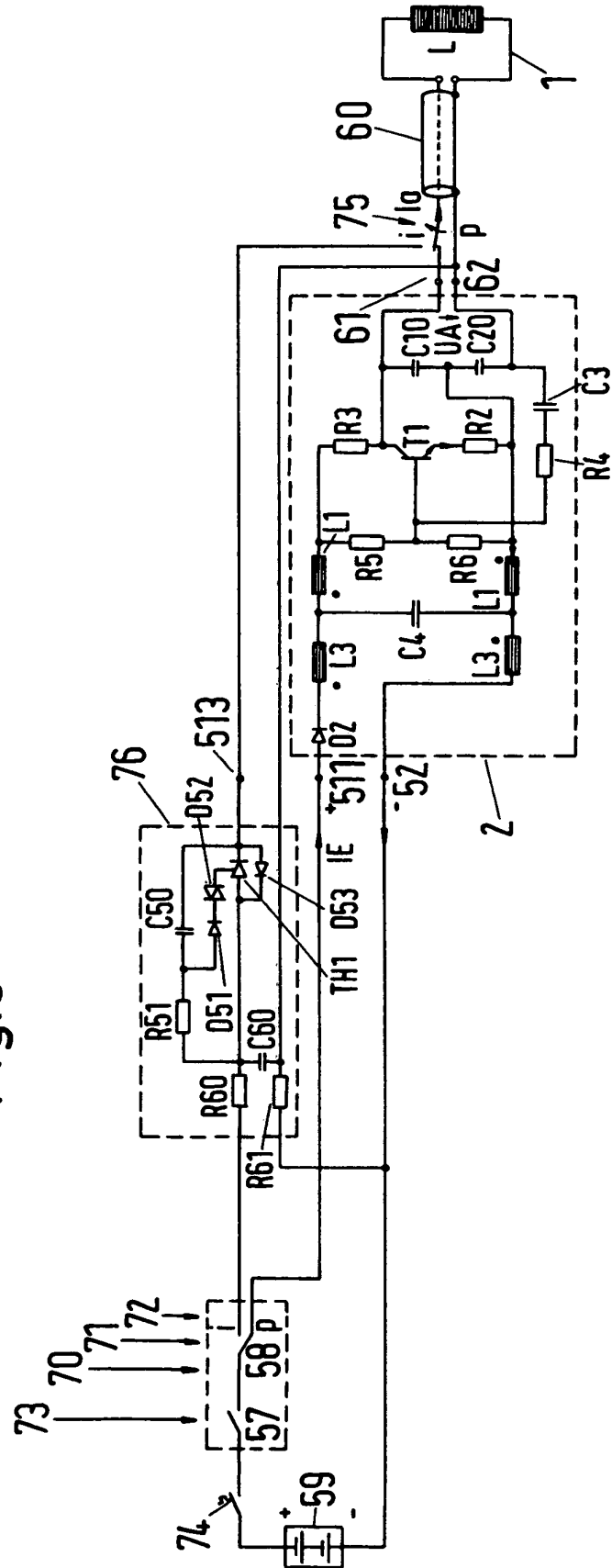


Fig.5



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

- EP 0500757 B1 [0005] [0008] [0013] [0017]