

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.02.2021 Patentblatt 2021/05

(51) Int Cl.: *H01Q 1/32* (2006.01) *H01Q 1/48* (2006.01)
H01Q 1/50 (2006.01) *H01Q 1/52* (2006.01)
B61L 3/12 (2006.01) *B61L 27/00* (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20187163.9**

(22) Anmeldetag: **22.07.2020**

(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
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder: **Wolf, Guido**
96148 Baunach (DE)

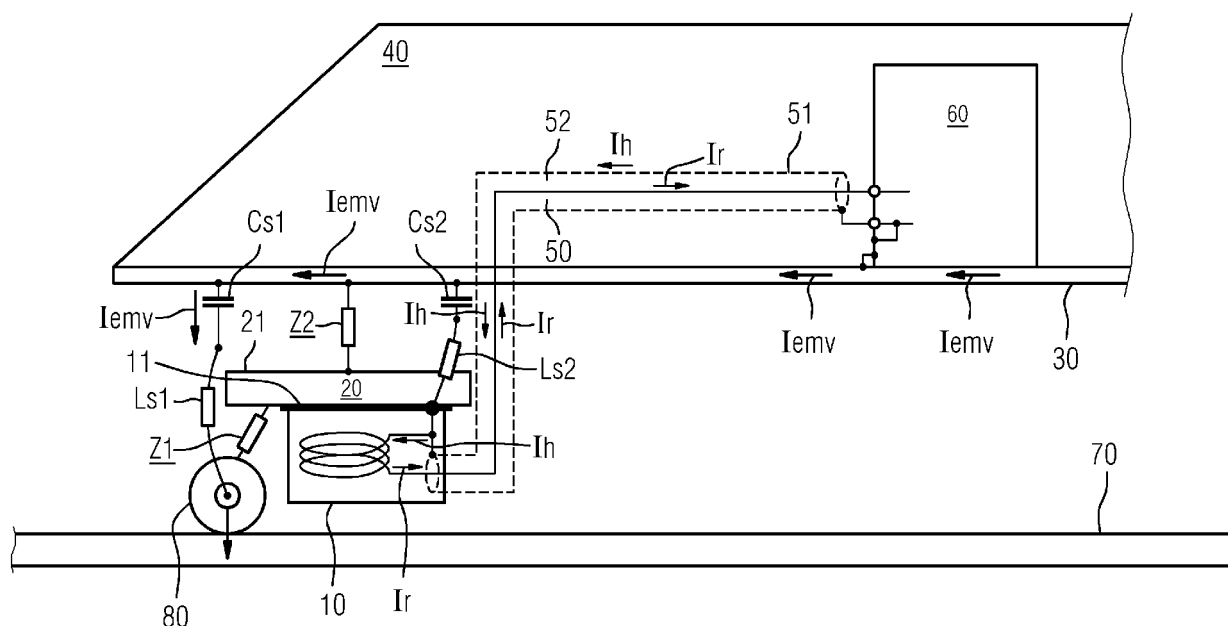
(30) Priorität: 31.07.2019 DE 102019211454

(54) **ANORDNUNG FÜR EINEN HOCHFREQUENTEN POTENZIALAUSGLEICH**

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung für einen hochfrequenten Potenzialausgleich zwischen einer in oder an einem Drehgestell (20) eines Schienenfahrzeugs (40) angeordneten Antenne (10) und einem Wagenkasten (30) des Schienenfahrzeugs (40), und/oder zwischen einem Außenleiter (51) eines Antennenkabels (50) und der Antenne (10), insbesondere der Antennen-Schirmplatte (11) der Antenne (10), und/oder zwi-

schen einem Außenleiter (51) des Antennenkabels (50) und einer elektronischen Baugruppe (60), welche signaltechnisch mit der Antenne (10) verbunden ist, oder dem Gehäuse der Baugruppe (60), wobei der Potenzialausgleich mittels eines Saug- oder Serienschwingkreises, welcher bezüglich einer für eine Signalübertragung mittels der Antenne (10) genutzten Trägerfrequenz abgestimmt ist, erfolgt.

FIG 5



Beschreibung

[0001] Aus dem Dokument WO 2011/039002 A1 ist ein Schienenfahrzeug mit zumindest einer zum Gleis gerichteten Fahrzeugantenne eines Zugsicherungssystems bekannt.

[0002] Die Offenlegungsschrift EP 0 778 683 A2 offenbart Telekommunikationsequipment mit Mensch-Maschine-Schnittstelle.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Anordnung für ein Schienenfahrzeug anzugeben, die hilft, negative Einflüsse von Störströmen auf eine Datenübertragung zu minimieren oder zumindest zu reduzieren.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Anordnung mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Anordnung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0005] Danach ist bei einer erfindungsgemäßen Variante vorgesehen: eine Anordnung für einen hochfrequenten Potenzialausgleich zwischen einer in oder an einem Drehgestell eines Schienenfahrzeugs angeordneten Antenne und einem Wagenkasten des Schienenfahrzeugs, wobei der Potenzialausgleich mittels eines Saugkreises, insbesondere Serienschwingkreises, welcher bezüglich einer für eine Signalübertragung mittels der Antenne genutzten Trägerfrequenz abgestimmt ist, erfolgt.

[0006] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäß vorgesehenen Potenzialausgleichs besteht darin, dass dieser über die Antenne stattfindende Datenübertragung vor dem Einfluss störender Fremdströme schützt.

[0007] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Antenne eine Antennen-Schirmplatte aufweist und der Saug- bzw. Serienschwingkreis elektrisch zwischen die Antennen-Schirmplatte und den Wagenkasten geschaltet ist.

[0008] Der Saug- bzw. Serienschwingkreis ist vorzugsweise für die von der Antenne genutzte Trägerfrequenz oder zumindest auch für die von der Antenne genutzte Trägerfrequenz niederohmig.

[0009] Vorzugsweise ist der Saug- bzw. Serienschwingkreis in einem Bereich zwischen 3,9505 MHz und 4,5165 MHz niederohmig, um eine ausreichende Bandbreite der Saugkreischarakteristik für eine ETCS-kompatible FSK-Signalübertragung zu erzielen.

[0010] Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein weiterer Saug- bzw. Serienschwingkreis zwischen einem in dem Drehgestell angeordneten Radsatz und dem Wagenkasten angeordnet ist.

[0011] Alternativ oder zusätzlich kann in vorteilhafter Weise vorgesehen sein, dass ein weiterer Saug- bzw. Serienschwingkreis zwischen einem Außenleiter eines Antennenkabels und der Antenne und/oder einer elektronischen Baugruppe, welche signaltechnisch mit der Antenne verbunden ist, oder deren Gehäuse angeordnet ist.

[0012] Der Saug- bzw. Serienschwingkreis weist vorzugsweise zumindest eine Serienschaltung aus einer Induktivität eines elektrischen Leiters und einer Kapazität auf.

[0013] Der Saug- bzw. Serienschwingkreis weist vorzugsweise ferner einen Widerstand, welcher in Serie mit der Induktivität und der Kapazität geschaltet ist, auf.

[0014] Alternativ zu dem eingangs erwähnten hochfrequenten Potenzialausgleich zwischen Drehgestell und Wagenkasten kann erfindungsgemäß auch der hochfrequente Potenzialausgleich vorgesehen sein zwischen einem Außenleiter eines Antennenkabels und der Antenne, insbesondere der Antennen-Schirmplatte der Antenne, und/oder zwischen einem Außenleiter des Antennenkabels und einer elektronischen Baugruppe, welche signaltechnisch mit der Antenne verbunden ist, oder dem Gehäuse der Baugruppe.

[0015] Die Erfindung bezieht sich außerdem auf ein Schienenfahrzeug. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Schienenfahrzeug eine Anordnung wie oben beschrieben aufweist.

[0016] Die Erfindung bezieht sich also mit anderen Worten auch auf ein Schienenfahrzeug mit einem Drehgestell, einer in oder an dem Drehgestell angeordneten Antenne und einem Wagenkasten, dadurch gekennzeichnet, dass für einen hochfrequenten Potenzialausgleich

- zwischen die Antenne, insbesondere eine Schirmplatte der Antenne, und den Wagenkasten und/oder
- zwischen einen Außenleiter eines Antennenkabels und die Antenne, insbesondere die Antennen-Schirmplatte der Antenne, und/oder
- zwischen einen Außenleiter des Antennenkabels und eine elektronische Baugruppe, welche signaltechnisch mit der

[0017] Antenne verbunden ist, oder das Gehäuse der Baugruppe elektrisch ein Saug- oder Serienschwingkreis geschaltet ist, welcher bezüglich einer für eine Signalübertragung mittels der Antenne genutzten Trägerfrequenz abgestimmt ist.

[0018] Die zumindest eine Fahrzeugantenne ist vorzugsweise eine Fahrzeugantenne des europäischen Zugsicherungssystems ETCS.

[0019] Das Schienenfahrzeug ist vorzugsweise als ein elektrischer Triebzug oder als eine Lokomotive ausgestaltet.

[0020] Der Saug- bzw. Serienschwingkreis ist vorzugsweise für die von der Antenne genutzte Trägerfrequenz oder zumindest auch für die von der Antenne genutzte Trägerfrequenz niederohmig. Vorzugsweise ist der Saug- bzw. Serienschwingkreis niederohmig in einem Bereich zwischen 3,9505 MHz und 4,5165 MHz, um eine ausreichende Bandbreite der Saugkreischarakteristik für eine ETCS-kompatible FSK-Signalübertragung zu erzielen.

[0021] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von

Zeichnungen und Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0022] Das Europäische Zugsicherungssystem ETCS (European Train Control System) nutzt für den Informationsaustausch zwischen Schienenfahrzeugen und der Strecke bzw. Infrastruktur u.a. Antennen, welche unterflur am Fahrzeug montiert sind. Hierbei sendet die Fahrzeugantenne mit hoher Frequenz (27 MHz) elektromagnetische Energie ins Gleisbett, energetisiert damit eine im Gleisbett installierte Antenne (auch als Balise bzw. Eurobalise bezeichnet), welche dadurch aktiviert wird. Die energetisierte Balise moduliert ihre Information auf einen hochfrequenten Träger (4,2 MHz) auf (FSK-Modulation) und sendet Informationen an die Fahrzeugantenne. Informationen können hierdurch bis zu einer Geschwindigkeit des Schienenfahrzeugs von 500 km/h mit einer Datenübertragungsrate von 565 kbit/s übertragen werden.

[0023] Die Fahrzeugantenne selbst hat auf der dem Fahrzeug-Unterboden zugewandten Seite aus Schirmungsgründen vorzugsweise eine Metallplatte, welche vom Fahrzeug (=von oben) erzeugte Störungen von der Antenne abhalten soll. Um zu vermeiden, dass diese Schirmplatte als Empfangsantenne für Störfelder wirkt, die in der Umgebung der Antenne vorhanden sind, ist sie niederimpedant mit dem Wagenkasten zu verbinden (niederimpedanter Potenzialausgleich). Im Idealfall erfolgt dies über eine direkte flächenhafte elektrisch leitende Kontaktierung dieser Platte zum Wagenkasten hin, beispielsweise mittels metallisch blanker Anschraubflächen.

[0024] Des Weiteren wird der Außenleiter der in der Regel coaxialen Verbindungsleitung zwischen Antenne und angeschlossenem Elektroniksystem üblicherweise beidseits mit dem Wagenkasten bzw. bei Einbau der Antenne im Drehgestell mit dem Drehgestellrahmen elektrisch verbunden. Zur Vermeidung von Störungen ist hierfür ebenfalls ein niederimpedanter Potenzialausgleich erforderlich.

[0025] Ein solcher niederimpedanter Potenzialausgleich wird jedoch aus verschiedenen Gründen oftmals für hohe Frequenzen, insbesondere im Bereich der Trägerfrequenzen des ETCS, nicht erzielt. Elektromagnetische transiente Ströme, wie sie z.B. durch Funkenbildung generiert werden, erzeugt beispielsweise durch Hauptschalter-Schaltvorgänge, Bügelspringer, Durchfahren von Trennstellen usw., können daher aufgrund eines für hohe Frequenzen nicht ausreichend niederimpedanten Potenzialausgleichs nachteilige Störungen im ETCS System hervorrufen.

[0026] Dabei wurden zwei Problematiken identifiziert, wobei eine erste Problematik den niederimpedanten Potenzialausgleich der Antennen-Schirmplatte betrifft.

[0027] Bei einem Einbau der Antenne im Drehgestell ist keine großflächige, elektrisch leitfähige Verbindung zwischen Antenne und Wagenkasten möglich, da der notwendigerweise bewegliche Potenzialausgleich zwischen Drehgestell und Wagenkasten üblicherweise mit-

tels elektrisch leitender Rundseile oder Flachbändern realisiert wird.

[0028] Diese Potenzialausgleichsleiter besitzen jedoch den Nachteil, dass sie wegen des mit der Frequenz zunehmenden komplexen, vorwiegend induktiven Widerstandes eine nicht vernachlässigbare Impedanz im MHz-Frequenzbereich haben. Der induktive Widerstand eines 0,5 m langen Potenzialausgleichsleiters hat bei der ETCS-Empfangsfrequenz von 4,2 MHz (bei einem angenommenen Induktivitätsbelag von ca. $1 \mu\text{H/m}$ des Potenzialausgleichsleiters) beispielsweise einen Wert von ca. 13 Ohm.

[0029] Da die Antenne 10 - wie beispielhaft FIG 1 zeigt - zudem üblicherweise nicht unmittelbar am Drehgestellrahmen 21 eines Drehgestells 20, sondern an Antennenträgern oder Anbauteilen montiert wird, addieren sich die Impedanzen von der Antenne 10 über Anbauteile zum Drehgestellrahmen 21 bis hin zum Wagenkasten 30. FIG 1 zeigt ein diesbezügliches Beispiel für einen Potenzialausgleich von der Antenne 10 zum Wagenkasten 30 des Schienenfahrzeugs 40. Bauteile A und B sind dabei mechanische Konstruktionen, beispielsweise Konsolen oder Antennenträger aus elektrisch leitfähigem Material. Um einen Potenzialausgleich herzustellen, sind entweder metallisch blanke Berührflächen erforderlich, oder Potenzialausgleichsleiter welche die einzelnen Bauteile elektrisch untereinander verbinden, zu verwenden. Im letzteren Fall erfolgt der Potenzialausgleich über eine Kette von Potenzialausgleichsleitern mit der Gesamtinduktivität $L1+L2+L3+L4$, zuzüglich einer relativ kleinen Induktivität der mechanischen Bauteile selbst. Selbst wenn sämtliche Berührflächen elektrisch leitend ausgeführt sind, beeinträchtigt immer noch die Impedanz der Induktivität $L1$ den hochfrequenten Potenzialausgleich zwischen Antenne 10 und Wagenkasten 30.

[0030] Eine zweite Problematik (vgl. FIG 2) betrifft die Erdung des Außenleiters 51 des coaxialen Antennenkabels 50, welches üblicherweise als Übertragungskabel zwischen Fahrzeugantenne 10 und Elektronik des Zugsicherungssystems eingesetzt wird. Bei einem Koaxialkabel fließt im Innenleiter 52 der Hin- und im koaxialen, rohrförmigen Außenleiter 51 der Rückstrom I_r .

[0031] Dieser Außenleiter 51 ist nun auf der Seite der Fahrzeugantenne 10 üblicherweise mit der rückwärtigen Antennen-Schirmplatte 11 der Fahrzeugantenne 10 elektrisch leitend verbunden, und damit wiederum mit dem Drehgestellrahmen 21. Auf der Seite des Elektronikschinks 60 bzw. Elektronikcontainers, welcher in der Regel im oder am Wagenkasten 30 angeordnet ist, ist der Außenleiter 51 üblicherweise mit dem Wagenkasten 30 verbunden. Der Außenleiter 51 bildet somit eine elektrische Verbindung zwischen Drehgestell 20 und Wagenkasten 30. Diese Verbindung ist elektrisch gesehen eine Parallelschaltung zum Potenzialausgleichsleiter zwischen Drehgestell 20 und Wagenkasten 30, siehe FIG 2.

[0032] Insbesondere Hauptschalter-Schaltheandlungen stellen durch die Funkenbildung und den resultierenden Funkenabriss hochfrequenten Störgeneratoren

dar. Der entstehende hochfrequente Störstrom I_{emv} kann hierbei über Wagenkasten 30 - Drehgestell 20 - Schiene 70 - Netzimpedanz zurück zum Hauptschalter fließen. Ein beispielhafter Weg des Störstromes durch das Fahrzeug ist in FIG 2 dargestellt. FIG 2 zeigt die beispielhafte Überlagerung des transienten Störstroms I_{emv} (dicke Pfeile) zum Nutzstrom des Signalisationssystems (dünne Pfeile) in der Verbindungsleitung 50 zwischen Antenne 10 und Elektronikschrank 60. Aufgrund der zusätzlichen Verbindung zwischen Wagenkasten 30 und Drehgestell 20 durch den coaxialen Außenleiter 51 fließt nicht der gesamte Teil des hochfrequenten Störstroms I_{emv} über die Schutzverbindung zwischen Wagenkasten 30 und Drehgestell 20 bzw. Drehgestellrahmen 21, sondern ein Teil fließt über den coaxialen Außenleiter 51. Dieser hochfrequente transiente Störstrom I_{emv} überlagert sich direkt mit dem darauf fließenden Antennenstrom und koppelt also galvanisch auf das Nutzsignal ein. Durch diese galvanische Einkopplung kann das Zugsicherungssystem schon durch geringe Transienten gestört werden.

[0033] Selbst wenn das Antennenkabel 50 nur einseitig geerdet ist und beispielsweise auf der Antennenseite nicht mit dem Drehgestell 20 elektrisch leitend verbunden ist, so reichen doch oft schon parasitäre Kapazitäten zwischen der Antenne 10 bzw. dem Anschlussstecker und der Antennen-Schirmplatte 11 aus, damit bei 4,2 MHz ein relevanter Strom hierüber fließen kann.

[0034] Ebenso verhält es sich, falls das Drehgestell 20 gegenüber der Schiene 70 elektrisch isoliert ist und über keinen Erdungskontakt verfügt. Auch hier genügen bereits die parasitären Kapazitäten zwischen Drehgestellrahmen 21 und Radsatz 80 bzw. Radsatz-Schwinge, um hochfrequente Störströme vom Drehgestellrahmen 21 zur Schiene 70 fließen zu lassen. Dies ist in der FIG 2 beispielhaft als Impedanz Z_1 angegeben. Z_1 bezeichnet in den Figuren die Ersatzimpedanz zwischen dem Radsatz 80 und dem Drehgestellrahmen 21; Z_2 bezeichnet in den Figuren die Ersatzimpedanz der Leitung 31 (vgl. FIG 3) zwischen dem Drehgestellrahmen 21 und dem Wagenkasten 30.

[0035] Die Situation wird ferner dadurch kritischer, dass die Impedanz Z_2 der Potenzial-Ausgleichsleiter zwischen Drehgestell 20 und Wagenkasten 30 im MHz-Frequenzbereich nicht mehr vernachlässigt werden kann, wie vorstehend bereits erläutert.

[0036] Sofern das Koaxialkabel bzw. Antennenkabel 50 an der Absprungstelle zum Wagenkasten 30 zum Drehgestell 20 beispielsweise über einen Zwischenstecker geführt ist (in FIG 2 nicht dargestellt) und der coaxiale Außenleiter 51 dort relativ niederimpedant mit dem Wagenkasten 30 verbunden ist, wird die Impedanz des dann relativ kurzen coaxialen Außenleiters 51 zwischen Antenne 10 und Zwischenstecker nochmals reduziert mit der Folge, dass ein noch höherer Anteil des hochfrequenten Störstroms über den coaxialen Außenleiter 51 fließt.

[0037] Vorzugsweise werden Fahrzeugantennen 10 direkt an dem Wagenkasten 30 montiert. Über eine Ver-

schraubung zwischen der auf der Rückseite der Antenne 10 angebrachten Schirmplatte 11 und dem Wagenkasten 30 kann eine sehr gute, niederinduktive und damit niederimpedante Verbindung zwischen Schirmplatte 11 und Wagenkasten 30 hergestellt werden, insbesondere wenn die mechanischen Kontaktflächen der Verschraubung metallisch blank sind.

[0038] Ist dies nicht der Fall, kann über möglichst kurze Erdungsleitungen eine Erdung verwirklicht werden, wie es beispielhaft in FIG 3 dargestellt ist. Diese Erdungsart ist jedoch aufgrund der entstehenden parasitären Induktivitäten der Erdungsleitungen bei hoher Frequenz weniger vorteilhaft als eine flächenhafte Erdung.

[0039] FIG 3 zeigt eine beispielhafte Anordnung einer Fahrzeugantenne 10 am Wagenkasten 30. Sofern der Antennenträger 12 über seine Anschraubflächen sowie die zugehörigen Montageflächen am Wagenkasten 30 und an der Antenne 10 metallisch blank ist, ist eine sehr gute, niederinduktive Erdung der Antenne 10 gegeben. Ist dies nicht der Fall, ist die Antenne 10 entsprechend der Darstellung über Erdungsleitungen mit den zugehörigen parasitären Induktivitäten L_1 und L_2 zu erden.

[0040] Durch die Montage am Wagenkasten 30 treten die beiden vorstehend diskutierten Problematiken in deutlich geringerem Umfang auf als bei der Montage der Fahrzeugantenne 10 im Drehgestell 20. In der Regel lässt sich durch eine elektrisch leitfähige Verbindung an den Montageflächen ein ausreichend niederimpedanter Potenzialausgleich erzielen, damit das System eine ausreichende Störfestigkeit (EMV) hat.

[0041] Die vorliegende Erfindung geht davon aus, dass die Antenne 10 an einem Drehgestell 20 des Schienenfahrzeugs 40 angeordnet ist, wie beispielhaft in FIG 5 gezeigt ist. Dies kann aufgrund unterschiedlicher Gründe, insbesondere mangels verfügbaren Raums im Unterflurbereich außerhalb der Drehgestelle 20 des Schienenfahrzeugs 40, erforderlich sein.

[0042] Für einen hochfrequenten Potenzialausgleich wird anstelle eines normalen elektrischen Leiters ein Saugkreis, insbesondere in Form eines Serienschwingkreises, eingesetzt. Ein solcher Saugkreis kann beispielsweise dadurch verwirklicht werden, dass in Serie zu einem elektrischen Leiter, beispielsweise ein Draht, ein Rundseil oder ein Flachband, ein Kondensator sowie, sofern erforderlich, ein Dämpfungswiderstand geschaltet ist, und der Saugkreis auf die Empfangsfrequenz der Fahrzeugantenne 10 abgestimmt ist.

[0043] FIG 5 zeigt beispielhaft einen ersten Saugkreis, der durch eine Ersatzinduktivität L_{s1} der Leitung, die an den Erdungspunkt (hier den Radsatz 80) angeschlossen ist, und eine diskrete Kapazität C_{s1} , die in Serie mit der Ersatzinduktivität L_{s1} geschaltet ist, gebildet ist; zusätzlich kann ein diskreter Widerstand, der in FIG 5 nicht eingezeichnet ist, in Serie zu der Ersatzinduktivität L_{s1} und der diskreten Kapazität C_{s1} eingeschleift sein.

[0044] FIG 5 zeigt darüber hinaus beispielhaft einen zweiten Saugkreis, der durch eine Ersatzinduktivität L_{s2} der Leitung, die an die Antennen-Schirmplatte 11 ange-

geschlossen ist, und eine diskrete Kapazität Cs2, die in Serie mit der Ersatzinduktivität Ls2 geschaltet ist, gebildet ist; zusätzlich kann ein diskreter Widerstand, der in FIG 5 nicht eingezeichnet ist, in Serie zu der Ersatzinduktivität Ls2 und der diskreten Kapazität Cs2 eingeschleift sein.

[0045] FIG 4 zeigt hierzu beispielhaft Prinzipdarstellungen eines ausschließlichen Potenzialausgleichsleiters 90 (links) zwischen Anschlusspunkten 91 und 92, eines hochfrequenten Potenzialausgleichs mittels eines in Serie mit dem Potenzialausgleichsleiter 90 geschalteten Kondensators Cs (mitte), wobei die Kapazität Cs des Kondensators zusammen mit der parasitären Induktivität Ls des Leiters als ein LC-Saugkreis 100 bzw. Serienschwingkreis wirkt. Entsprechend der dritten bzw. rechten Darstellung kann ergänzend ein zusätzlicher Widerstand Rs vorgesehen sein, der in Serie mit dem Kondensator Cs geschaltet ist.

[0046] Die Induktivität Ls der Leitung 90 wirkt mit der Kapazität Cs des Kondensators als LC-Saugkreis 100. Dieser auch als Serienschwingkreis bezeichnete Saugkreis 100 wirkt im Bereich der Resonanzfrequenz wie ein Kurzschluss, d.h. er wirkt hier sehr niederimpedant. Der Kapazitätswert wird so gewählt, dass der resultierende Serienschwingkreis bestehend aus Leitungsinduktivität Ls und Kapazität Cs eine Resonanzfrequenz hat, die beispielsweise mit der Mittenfrequenz des ETCS - Empfangssignals $f = 4,2$ MHz übereinstimmt. Gegebenenfalls kann zusätzlich zum Kondensator Cs ein Widerstand Rs als Dämpfungsglied eingeschaltet werden, um eine ausreichende Bandbreite der Saugkreischarakteristik zu erzielen und die beiden Maxima im Spektrum des FSK-Signals (3,9505 MHz sowie 4,5165 MHz bei 565 kBit/s Datenübertragungsrate des ETCS-FSK-Antennensignals) vollständig abzudecken. Der zusätzliche Widerstand Rs besitzt jedoch den Nachteil, dass er die minimale Impedanz des Saugkreises 100 nachteilig erhöht. Gegebenenfalls genügt als Widerstandswert bereits der ohmsche Widerstand von Leitung 90 und Kapazität Cs bei der Saugkreis-Resonanzfrequenz.

[0047] Durch diese Anordnung wird vorteilhaft erreicht, dass beliebige Bauteile für hohe Frequenzen, insbesondere im Bereich der ETCS Empfangsfrequenz von 4,2 MHz, niederimpedant untereinander verbunden werden können.

[0048] Der Einsatz von Saugkreisen wird nachfolgend nochmals beispielhaft anhand der FIG 5 erläutert. Ausgehend von dem Ausführungsbeispiel der FIG 2 sind hierbei folgende Maßnahmen umgesetzt worden.

[0049] Den transienten hochfrequenten Strömen I_{emv} ist ein möglichst niederimpedanter Pfad vom Wagenkasten 30 direkt zur Schiene 70 anzubieten. Hierzu ist am Radsatz 80 des Drehgestells 20, an dem die Fahrzeugantenne 10 angeordnet ist, sofern noch nicht vorhanden ein Radsatzkontakt bzw. Erdungskontakt vorgesehen. An diesen Radsatzkontakt ist eine Zuleitung mit der Ersatz-Induktivität Ls1 sowie in Serie dazu eine Kapazität Cs1 geschaltet. Der so entstehende Serienschwingkreis

wird auf die Empfangs-Mittenfrequenz 4,2 MHz des ETCS-Systems abgestimmt. Hierdurch fließt der hochfrequente Störstrom I_{emv} im Bereich der Empfangs-Mittenfrequenz vom Wagenkasten 30 direkt zur Schiene 70 ab.

[0050] Zu beachten ist dabei, dass der Serienschwingkreis bestehend aus Ls1 und Cs1 nicht in der Lage ist, niederfrequente Ausgleichsströme bzw. Betriebsströme, beispielsweise Rückstrom für 16,7 Hz oder 50 Hz des Einphasenwechselstroms des Bahnstromnetzes, zu führen. Der niederfrequente Potenzialausgleich bzw. die Betriebsstromrückführung bleiben somit von der vorliegenden Erfindung unberührt. Bereits vorhandene Erdungskontakte lassen sich jedoch gegebenenfalls mitnutzen. So bieten beispielsweise Erdungskontakte üblicherweise die Möglichkeit, zwei Leitungen anzuschließen.

[0051] Ferner soll die Antennen-Schirmplatte 11 einen möglichst niederimpedanten Potenzialausgleich zum Wagenkasten 30 finden. Dies wird erreicht, indem eine Leitung mit der Ersatz-Induktivität Z_2 und einer in Serie geschalteten Kapazität Cs2 die Antennenschirmplatte 11 oberhalb der Antenne 10 direkt mit dem Wagenkasten 30 verbindet. Durch Abstimmung auf die Empfangs-Mittenfrequenz 4,2 MHz des ETCS-Systems wird auch hier eine niederimpedante Verbindung zwischen der Antenne 10 und dem Wagenkasten 30 erzielt.

[0052] Schließlich soll der koaxiale Außenleiter 51 des Antennenkabels 50 einen beidseitig niederimpedanten Potenzialausgleich zum Wagenkasten 30 aufweisen. Dies wird erzielt, indem der Außenleiter 51 auf der einen Seite, d.h. antennenseitig mit der Antennenschirmplatte 11 verbunden wird. Sofern der Außenleiter 51 bereits in der Antenne 10 mit der Antennenschirmplatte 11 elektrisch leitend verbunden ist, ist die vorstehende Maßnahme bezüglich der Antennenschirmplatte 11 bereits ausreichend. Sofern jedoch der Außenleiter 51 isoliert von der Antennenschirmplatte 11 ist, wird der koaxiale Außenleiter 51 beispielsweise am Eintritt in die Antenne 10 direkt über einen weiteren, dritten Saugkreis mit dem Wagenkasten 30 verbunden (nicht speziell in FIG 5 dargestellt).

[0053] Sofern der koaxiale Außenleiter 51 auf der anderen Seite über den Elektronikschrank 60 hochfrequent niederimpedant mit dem Wagenkasten 30 verbunden ist, ist dies ausreichend. Für den Fall jedoch, dass auf der Seite des Elektronikschanks 60 ebenfalls die Verbindung im Hochfrequenzbereich nicht ausreichend niederimpedant ist, kann auch hier ein Saugkreis vorgesehen sein.

[0054] Der oben beschriebene Einsatz von Saugkreisen mit dem Ziel eines Potenzialausgleichs für hochfrequente transiente Störströme im Arbeitsfrequenzbereich von Zugsicherungssystemen stellt eine Alternative bzw. Ergänzung zu dem bekannten flächenhaften hochfrequenten Potenzialausgleich dar, um den Nachteil von Leitungsinduktivitäten mit ihrer jeweiligen nicht zu vernachlässigenden Impedanz zu umgehen.

[0055] Unabhängig von den vorstehenden Ausführungen anhand des Europäischen Zugsicherungssystems ETCS ist die vorliegende Erfindung für alle Systeme geeignet, bei denen der Bedarf an einem im Hochfrequenzbereich funktionierenden Potenzialausgleich besteht. Hierzu gehören insbesondere das französische Zugsicherungssystem KVB (Contrôle de vitesse par balises) sowie das schwedische Zugsicherungssystem ATC, welches ebenfalls auf passiven Balisen basiert.

[0056] Die oben beispielhaft beschriebenen Ausgestaltungen betreffen zusammengefasst den Potenzialausgleich für hohe Frequenzen und dienen in erster Linie der Sicherstellung einer ausreichenden elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), insbesondere der Störfähigkeit der in Schienenfahrzeugen eingesetzten ETCS-Systeme. Dieser hochfrequente Potenzialausgleich mittels eines Serienresonanzschwingkreises besitzt dabei eine zum üblichen Potenzialausgleich für die elektrische Sicherheit unterschiedliche Zielsetzung. Entsprechend ist gegebenenfalls ein ergänzender Potenzialausgleich für die elektrische Sicherheit zu erwägen.

[0057] Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Anordnung für einen hochfrequenten Potenzialausgleich

- zwischen einer in oder an einem Drehgestell (20) eines Schienenfahrzeugs (40) angeordneten Antenne (10) und einem Wagenkasten (30) des Schienenfahrzeugs (40), und/oder
- zwischen einem Außenleiter (51) eines Antennenkabels (50) und der Antenne (10), insbesondere der Antennen-Schirmplatte (11) der Antenne (10), und/oder
- zwischen einem Außenleiter (51) des Antennenkabels (50) und einer elektronischen Baugruppe (60), welche signaltechnisch mit der Antenne (10) verbunden ist, oder dem Gehäuse der Baugruppe (60),

wobei der Potenzialausgleich mittels eines Saug- oder Serienschwingkreises, welcher bezüglich einer für eine Signalübertragung mittels der Antenne (10) genutzten Trägerfrequenz abgestimmt ist, erfolgt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Antenne (10) eine Antennen-Schirmplatte (11) aufweist und der Saug- oder Serienschwingkreis elektrisch zwischen die Antennen-Schirmplatte (11) und den Wagenkasten (30) geschaltet ist.

3. Anordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der Saug- oder Serienschwingkreis für die von der Antenne (10) genutzte Trägerfrequenz niederohmig ist.

4. Anordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei ein weiterer Saug- oder Serienschwingkreis zwischen einem in dem Drehgestell (20) angeordneten Radsatz (80) und dem Wagenkasten (30) angeordnet ist.

5. Anordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei ein weiterer Saug- oder Serienschwingkreis zwischen einem Außenleiter (51) eines Antennenkabels (50) und der Antenne (10), insbesondere der Antennen-Schirmplatte (11) der Antenne (10), angeordnet ist.

6. Anordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei ein weiterer Saug- oder Serienschwingkreis zwischen einem Außenleiter (51) des Antennenkabels (50) und einer elektronischen Baugruppe (60), welche signaltechnisch mit der Antenne (10) verbunden ist, oder deren Gehäuse angeordnet ist.

7. Anordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der Saug- oder Serienschwingkreis zumindest eine Serienschaltung aus einer Induktivität eines elektrischen Leiters und einer Kapazität aufweist.

8. Anordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der Saug- oder Serienschwingkreis ferner einen Widerstand, welcher in Serie mit der Induktivität und der Kapazität geschaltet ist, aufweist.

9. Schienenfahrzeug (40), aufweisend zumindest eine Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

10. Schienenfahrzeug (40) mit einem Drehgestell (20), einer in oder an dem Drehgestell (20) angeordneten Antenne (10) und einem Wagenkasten (30),
dadurch gekennzeichnet, dass
für einen hochfrequenten Potenzialausgleich

- zwischen die Antenne (10), insbesondere eine Schirmplatte (11) der Antenne (10), und den Wagenkasten (30) und/oder

- zwischen einen Außenleiter (51) eines Antennenkabels (50) und die Antenne (10), insbesondere die Antennen-Schirmplatte (11) der Antenne (10), und/oder

- zwischen einen Außenleiter (51) des Antennenkabels (50) und eine elektronische Baugruppe (60), welche signaltechnisch mit der Antenne (10) verbunden ist, oder das Gehäuse der Bau-

gruppe (60)

elektrisch ein Saug- oder Serienschwingkreis geschaltet ist, welcher bezüglich einer für eine Signalübertragung mittels der Antenne (10) genutzten Trägerfrequenz abgestimmt ist. 5

11. Schienenfahrzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche 9 bis 10, wobei der Serienschwingkreis für die von der Antenne (10) genutzte Trägerfrequenz niederohmig ist. 10

12. Schienenfahrzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche 9 bis 11, wobei die zumindest eine Fahrzeugantenne (10) eine Fahrzeugantenne (10) des europäischen Zugsicherungssystems ETCS ist. 15

13. Schienenfahrzeug nach einem der voranstehenden Ansprüche 9 bis 12, welches als ein elektrischer Triebzug oder als eine Lokomotive ausgestaltet ist. 20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

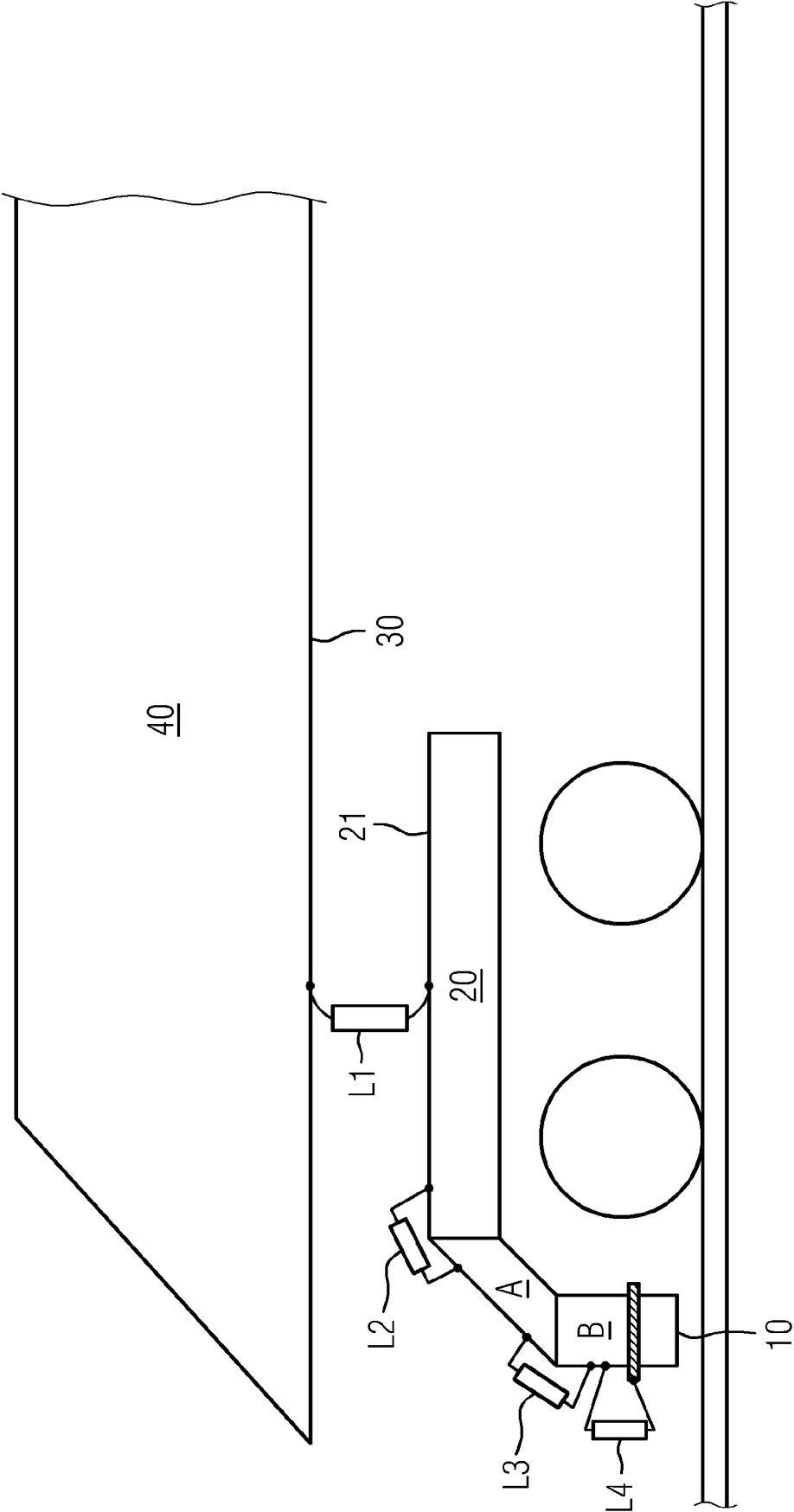


FIG 2

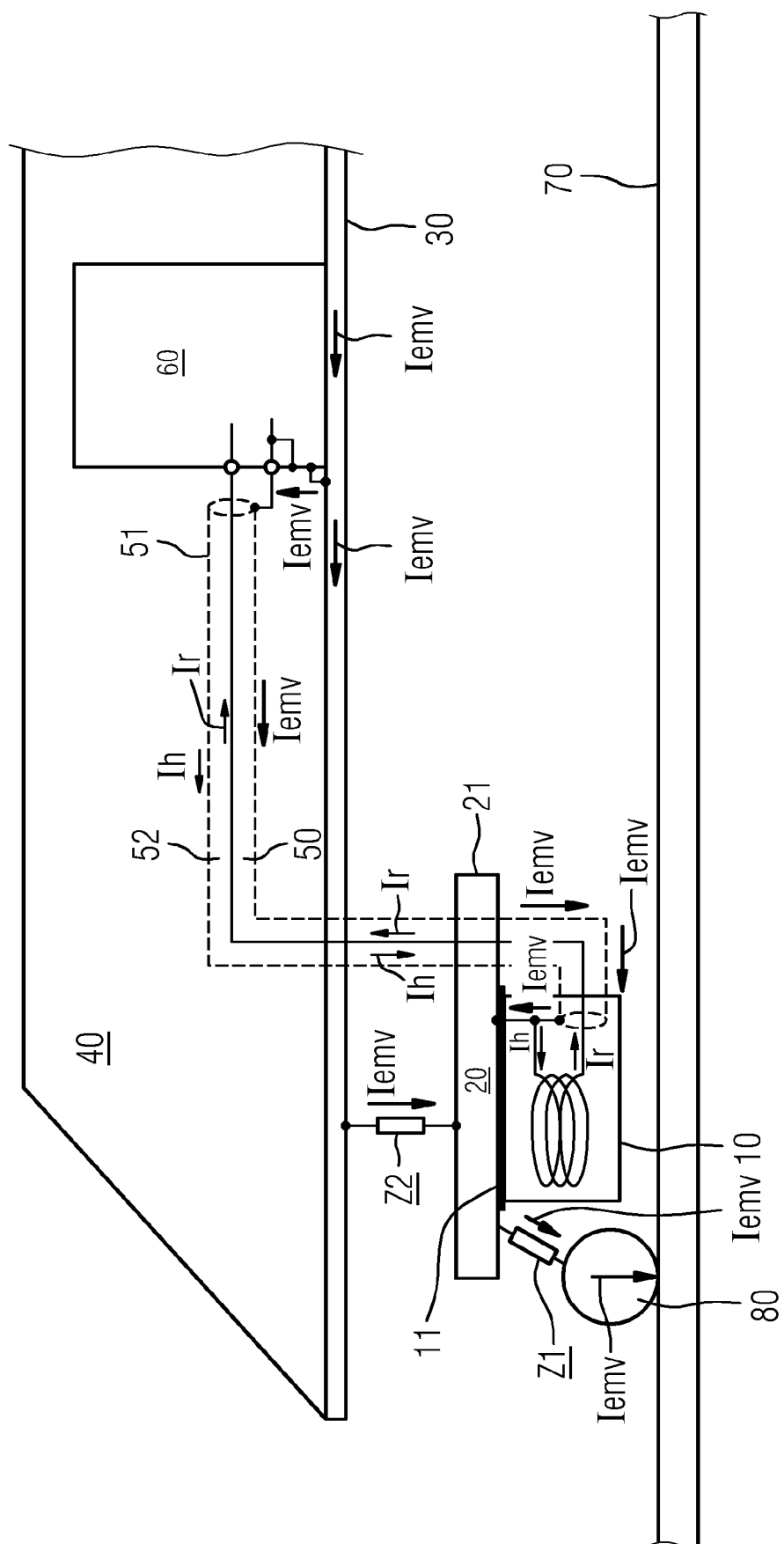


FIG 3

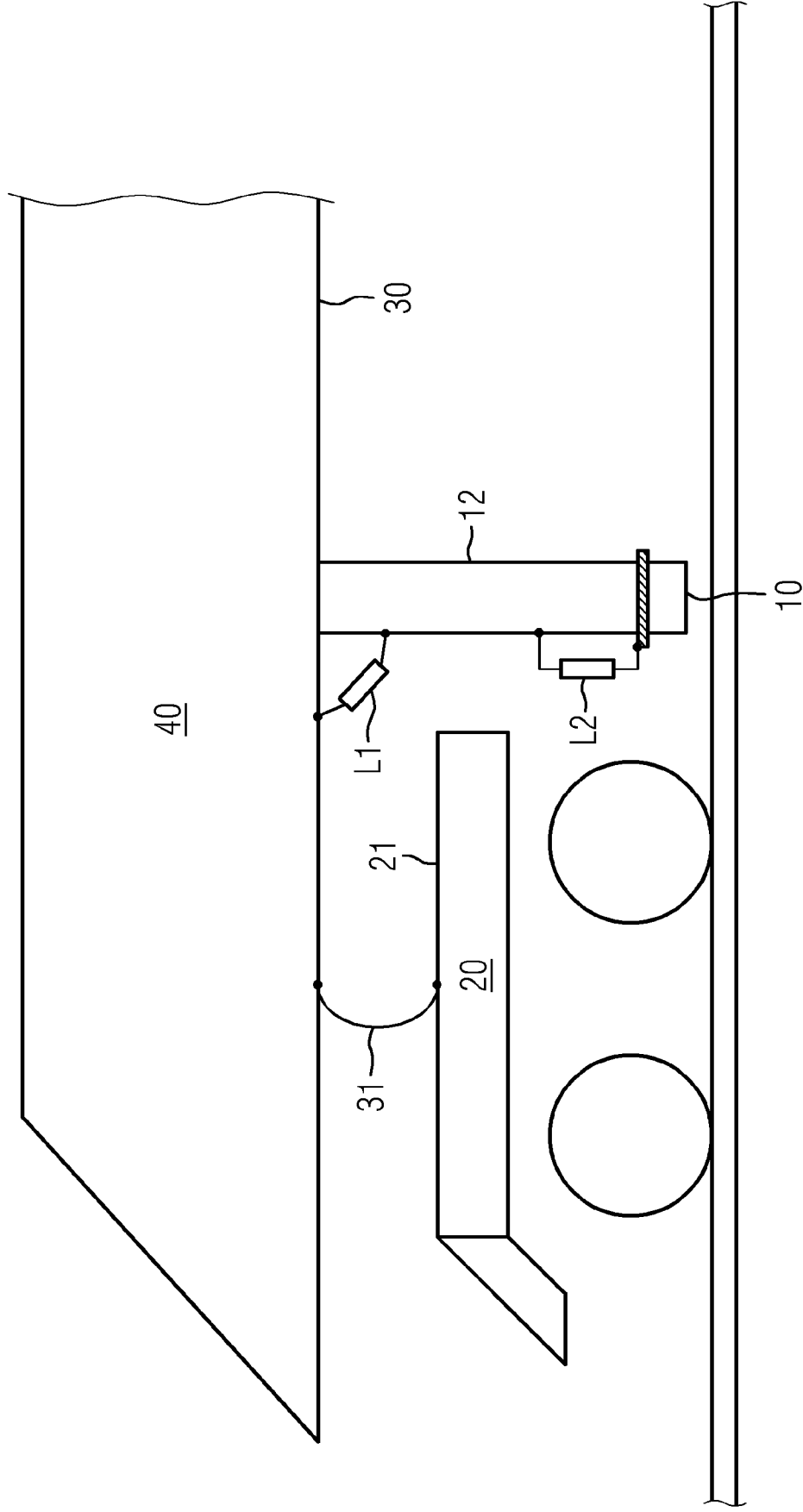


FIG 4

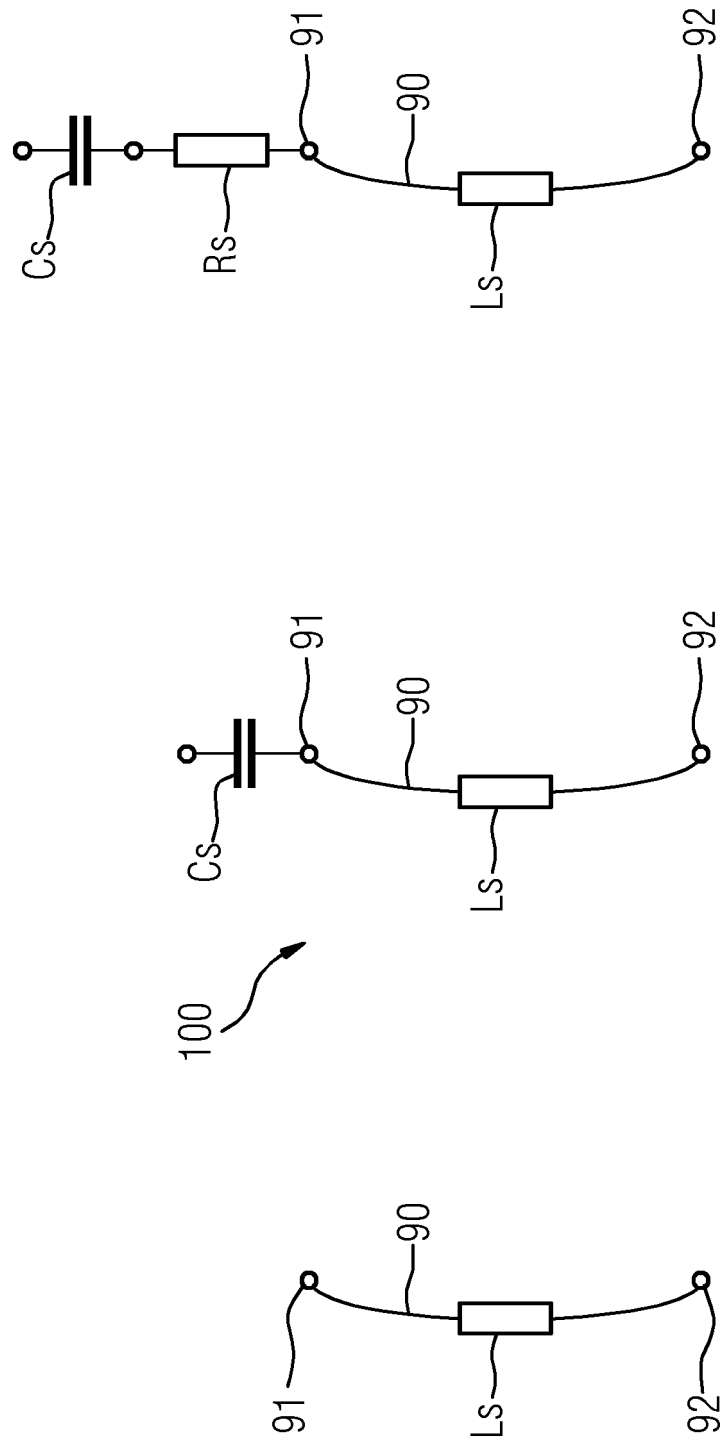
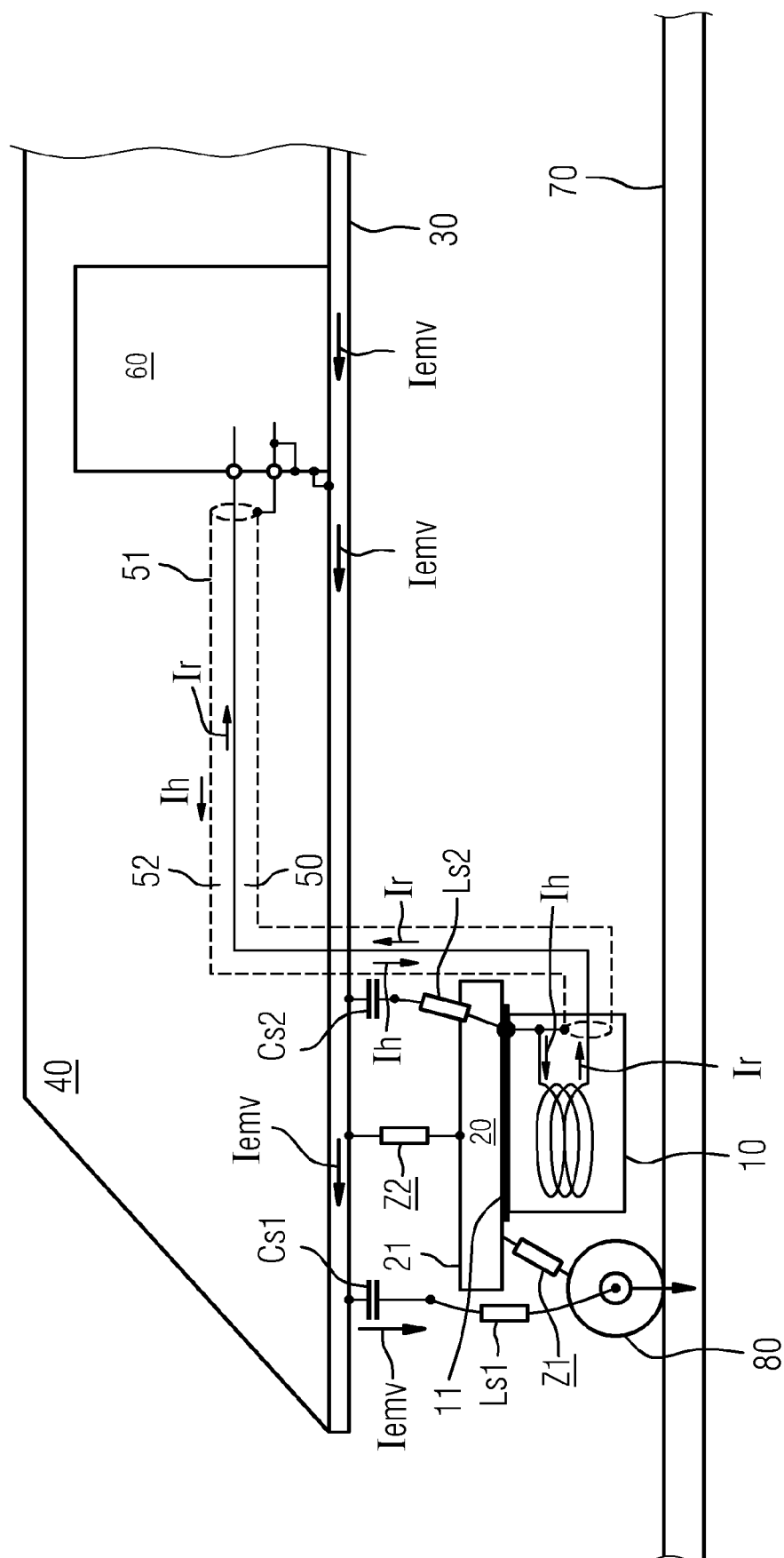


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 18 7163

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 351 018 A (LEHMANN WILLIAM L [US] ET AL) 27. September 1994 (1994-09-27)	1,3,5-8	INV. H01Q1/32
Y	* Spalte 2, Zeile 20 - Spalte 3, Zeile 56 * * Abbildung 1 *	1,2,4, 9-13	H01Q1/48 H01Q1/50 H01Q1/52 B61L3/12
Y,D	WO 2011/039002 A1 (SIEMENS AG [DE]; WOLF GUIDO [DE]; DETTERBECK MANFRED [DE]) 7. April 2011 (2011-04-07) * Seite 3, Zeilen 28-32 * * Seite 10, Zeilen 24-30 * * Seite 11, Zeilen 31, 32 * * Seite 14, Zeilen 23-33 * * Seite 17, Zeile 28 - Seite 18, Zeile 19 * * Abbildung 1 *	1,2,4, 9-13	ADD. B61L27/00
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01Q B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. Dezember 2020	
		Prüfer Culhaoglu, Ali	
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 20 18 7163

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.

14-12-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 5351018	A	27-09-1994	CN	1090951 A	17-08-1994
				GB	2273004 A	01-06-1994
				JP	H06215648 A	05-08-1994
15				KR	940013129 A	25-06-1994
				US	5351018 A	27-09-1994

	WO 2011039002	A1	07-04-2011	BR	112012007126 A2	12-07-2016
				CN	102574535 A	11-07-2012
20				DE	102009048666 A1	31-03-2011
				DK	2483126 T3	22-06-2015
				EP	2483126 A1	08-08-2012
				ES	2537119 T3	02-06-2015
				PL	2483126 T3	31-08-2015
25				PT	2483126 E	25-06-2015
				RU	2012117136 A	10-11-2013
				US	2012181391 A1	19-07-2012
				WO	2011039002 A1	07-04-2011

30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

- WO 2011039002 A1 [0001]
- EP 0778683 A2 [0002]