



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.12.2020 Patentblatt 2020/53

(51) Int Cl.:
B61L 1/10 (2006.01) **B61L 25/02** (2006.01)
B61L 23/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19182474.7**

(22) Anmeldetag: **26.06.2019**

(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 AG**
8304 Wallisellen (CH)

(72) Erfinder: **SCHMID, Rolf**
8713 Uerikon (CH)

(74) Vertreter: **Deffner, Rolf**
Siemens Mobility GmbH
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG EINER NACHBARFAHRSTRASSE FÜR EIN SCHIENENFAHRZEUG**

(57) Zur Einstellung einer Nachbarzugfahrstrasse (18) für einen Zug (32), bei dem ein Kreuzungsort (10) zur Vermeidung von einer Zugkollision sicherheitstechnisch geschützt ist, werden folgenden Verfahrensschritte durchgeführt:

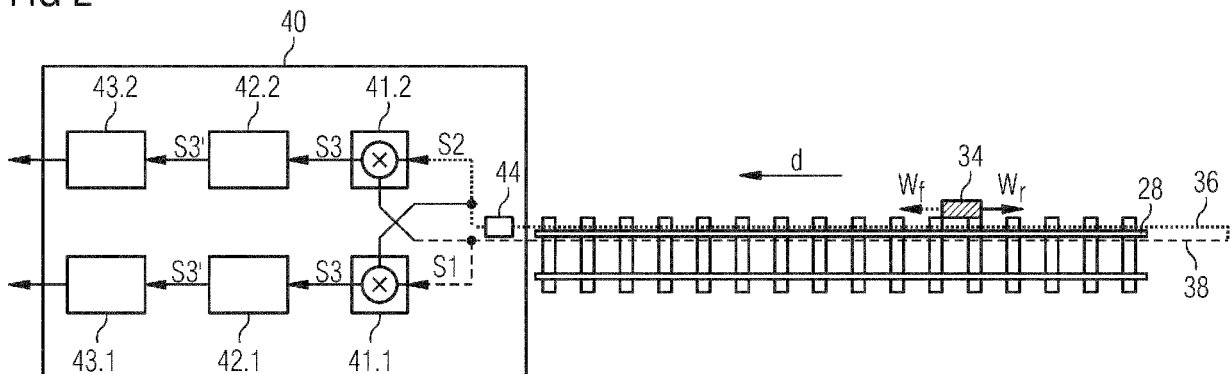
- a) Einstellen einer ersten auf den Kreuzungsort (10) zulaufenden Fahrstrasse (20) mit einem Haltebefehl vor dem Kreuzungsort (10);
- b) Einstellen der Nachbarzugfahrstrasse (18), wobei die Nachbarzugfahrstrasse (18) eine zweite über den Kreuzungsort (10) hinaus zulaufende Fahrstrasse, wenn die Geschwindigkeit eines ersten auf der ersten Fahrstrasse (20) fahrenden Zuges (30) mindestens unter einen vorgebbaren Grenzwert gesunken ist. Die Geschwindigkeit des ersten Zuges (30) wird dabei bestimmt über die

Schritte:

- c) Aussenden einer elektromagnetischen Welle von einer Antenne (34) des Zuges (34) auf ein im Gleis angebrachtes Loopkabel (36, 38);
- d) im Loopkabel (36, 38) empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Wellen als hinlaufendes Trägersignal (w_f , S2) und als rücklaufendes Trägersignal (w_r , S2);
- e) Bestimmung der Signalphase aus hinlaufendem Trägersignal (S2) und aus rücklaufendem Trägersignal (S1);
- f) Bestimmung der Geschwindigkeit der Geschwindigkeit des ersten Zuges (30) aus der Signalphase (λ).

Besonders vorteilhaft an diesem Verfahren ist eine Mitverwendung von bereits im Gleisbereich angebrachten Euro-Loop-Kabeln.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Einstellung einer Nachbarfahrstrasse für ein Schienenfahrzeug gemäss dem Patentanspruch 1.

[0002] Bewegungen von Schienenfahrzeugen laufen in modernen Eisenbahninfrastrukturen im Wege der Einstellung von Fahrstrassen ab, die einen Anfangsort und einen Zielort aufweisen. Bei der Einstellung einer Fahrstrasse werden die zwischen dem Anfangsort und dem Zielort gelegenen Gleiskomponenten von einer übergeordneten Steuerungsin-
stanz, wie zB einem Stellwerk, einer Streckenlogik, einem Leitsystem, für diesen Fahrweg beansprucht und entsprechend
verschlossen. Verschlossen heisst: Die Benutzung für die Erstellung einer anderen Fahrstrasse ist gesperrt. Gleiskom-
ponenten sind dezentral angeordnete anlagentechnische Komponenten und typischerweise Fahrzeug beeinflussende
und/oder Fahrzeug überwachende Einheiten. Diese Einheiten werden bezüglich der Funktionalität überwacht und neh-
men Prozessdaten auf und melden diese zurück an eine zentrale Steuerungs- und/oder Überwachungszentrale, wie
zum Beispiel eine Leitstelle oder ein Stellwerk. Als zugbeeinflussende Einheiten, die also Anweisungen an den Fahr-
zeugführer geben oder sogar direkt Eingriffe in der Fahrzeugsteuerung vornehmen oder direkt einen sicheren Fahrweg
einstellen, können beispielsweise Signale, Weichen, Balisen, Linienleiter, Gleismagnete und dergleichen sowie auch
Sensoren zum Erfassen von Prozessgrössen des fahrenden Zuges, wie Leistungsaufnahme, Geschwindigkeit und
dergleichen, betrachtet werden. Als Zug- und Gleisabschnitt überwachende Einheiten können ebenfalls Balisen und
Linienleiter, aber auch Achszähler und Gleisstromkreise und andere Gleisfreimeldesysteme genannt werden.

[0003] Für die Einstellung von Fahrstrassen sind in vielen Fahrordnungen der nationalen Eisenbahnunternehmen
Sicherheitsstufen mit einem Level von bis zu SIL4 vorgesehen. Der sogenannte Safety Integrity Level SIL ist ein Verfahren
zur Ermittlung des potentiellen Risikos von Personen, Systemen, Geräten und Prozessen im Falle einer Fehlfunktion.
Die Basis für die Spezifikationen, den Entwurf und Betrieb von sicherheitstechnischen Systemen bildet der Standard
der Internationalen elektrotechnischen Kommission IEC 61508 [2]. Dieser Standard IEC 61508 definiert 4 Stufen: SIL1, ...,
SIL4, die hier im Einzelnen nicht erläutert zu werden brauchen.

[0004] Die vorgenannte Einstellung von konkurrierenden Fahrstrassen benachbarter Züge 30, 32 auf einen Kreuz-
ungsort 10 hin oder über einen Kreuzungsort 10 hinweg ist besonders beim Vorliegen von kurzen Durchrutschwegen
8 sehr anspruchsvoll. Dies ist schematisch in der FIG 1 gezeigt. Zum Schutz solcher Kreuzungsorte 10 mit kurzen
Durchrutschwegen 8 existiert in der Schweiz das Konstrukt des «Besonderen Verschlusses», das nachfolgend beschrie-
ben wird. Kurze Durchrutschwege 8 liegen regelmässig in Bahnhöfen 4 vor, wo meist erst kurz vor den Bahnsteigen
gelegene Weichen 10 wenigstens zwei Bahnhofsgleise 24 und 26 erschliessen. Dabei kann eine Fahrstrasse 18 für einen
ausfahrbereiten Zug 32 beim Vorliegen eines auf denselben Kreuzungsort 10 zufahrenden Zuges 30 mit Haltebefehl
am Signal 14a im Bahnhof 4 erst dann eingestellt werden, wenn eine vorgegebene Zeitspanne nach der Erfassung
dieses Zuges 30 auf dem dem Bahnsteig/Perron zugeordneten Gleisabschnitt 24 abgelaufen ist. Auf diese Weise ist
sichergestellt, dass der einfahrende Zug 30 vor dem Kreuzungsort 10 tatsächlich am Bahnsteig angehalten hat und
nicht - trotz allfälliger Zwangsbremmung bei irrtümlichem Überfahren des auf «rot» gestellten Signals 14a - auf den
Kreuzungsort 10 oder über diesen hinaus durchgerutscht ist. Auf diese Weise wird sicher vermieden, dass der ausfah-
rende Zug 32 mit dem einfahrenden Zug 30 auf dem Kreuzungsort 10 kollidiert.

[0005] Leider hat dieser «Besondere Verschluss» den Nachteil, dass mit der Einstellung der Fahrstrasse 18 für den
ausfahrenden Zug immer erst der Ablauf der vorgegebenen Zeitspanne abgewartet werden muss. Gerade in Spitzen-
zeiten auf stark befahrenen S-Bahn-Magistralen, wie zB München-Pasing bis München-Ost oder Zürich-Altstetten bis
Zürich-Stadelhofen, wird die Einhaltung eines engen Fahrplans oft durch das langwierige Aus- und Einsteigen der
Fahrgäste strapaziert, weshalb ein Zug, der abfahrbereit ist, dann auch eigentlich schnellstmöglich unter Einhaltung des
Sicherheitslevels SIL4 abgefertigt werden sollte.

[0006] Um dieses Problem zu lösen wird in der europäischen Patentanmeldung EP 3 335 961 A1 [1] anstelle der
vorgenannten Mindestzeitspanne folgendes Verfahren vorgeschlagen:

[0007] Zulassen einer zweiten Zugfahrt auf einer zweiten auf den Kreuzungsort zulaufenden Fahrstrasse mit einer
Fahrtfreigabe über den Kreuzungsort hinaus, wenn die Geschwindigkeit der ersten Zugfahrt mindestens unter einen
vorgebbaren Grenzwert gesunken ist und/oder wenn der Verlauf der Geschwindigkeit der ersten Zugfahrt einen negativen
Gradienten aufweist, wobei die Geschwindigkeit und/oder der Verlauf der Geschwindigkeit der ersten Zugfahrt mit
mindestens zwei räumlich separierten gleisseitig angeordneten Geschwindigkeitsradarsensoren gemessen wird.

[0008] Diese Lösung mit den Geschwindigkeitsradarsensoren hat den Nachteil, dass sie bei einem Bahnhof, dessen
Perrons/Geleise in einer Kurve angeordnet sind, nicht eingesetzt werden kann, da eine bestimmte «Radarsichtweite»
geradeaus erforderlich ist. Bei dem vorerwähnten Streckenabschnitt Zürich Altstetten bis Zürich Stadelhofen sind die
Geleisanlagen der Bahnhöfe Altstetten, Hardbrücke und Hauptbahnhof insoweit gerade, als das in EP 3 335 961 A1
vorgeschlagene Verfahren einwandfrei einsetzbar ist. Der Bahnhof Stadelhofen weist jedoch einen deutlichen Bogen
von Geleise/Perron auf. Die obgenannte Problemstellung ist auch bei Privatbahnen anzutreffen und meist in akzentuierter
Art: In der Schweiz weisen sehr viele Privatbahnen eine Spurweite von 1m anstelle der 1465mm auf. Dementsprechend
sind die Kurvenradien deutlich kleiner als jene bei der Normalspur von 1465m. Als Beispiel sehr hier die Haltestelle

Lustmühle der Appenzeller Bahnen AB erwähnt.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Freigabe einer Einstellung einer Nachbar-Zugfahrstrasse für ein Schienenfahrzeug anzugeben, das auch für in einem Bogen angeordnete Gleise/Perron einsetzbar ist.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die im unabhängigen Patentanspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

[0011] Das erfindungsgemässe Verfahren umfasst folgende Verfahrensschritte:

- a) Einstellen einer ersten auf den Kreuzungsort zulaufenden Fahrstrasse mit einem Haltebefehl vor dem Kreuzungsort;
- b) Einstellen einer Nachbarzugfahrstrasse, wobei die Nachbarzugfahrstrasse eine zweite über den Kreuzungsort hinaus zulaufende Fahrstrasse ist, wenn die Geschwindigkeit eines ersten auf der ersten Fahrstrasse fahrenden Zuges mindestens unter einen vorgebbaren Grenzwert gesunken ist und/oder wenn der Verlauf der Geschwindigkeit des ersten Zuges einen negativen Gradienten aufweist;
- c) Aussenden einer elektromagnetischen Welle von einer Antenne des ersten Zuges auf ein längs im Gleis angebrachtes Loopkabel;
- d) Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Wellen im Loopkabel als hinlaufendes Trägersignal und als rücklaufendes Trägersignal;
- e) Bestimmen der Signalphase aus hinlaufendem Trägersignal und aus rücklaufendem Trägersignal;
- f) Bestimmen der Geschwindigkeit und/oder des Verlaufs der Geschwindigkeit des ersten Zuges aus der Signalphase.

[0012] So können sich die folgenden Vorteile zusätzlich ergeben:

- i) Das für den Empfang des ausgesendeten Trägersignals vorgesehene Loopkabel braucht dann nicht für die Durchführung des Verfahrens installiert zu werden, wenn der betreffende Streckenabschnitt bereits mit einem Euroloop-Koaxialkabel gemäß den ETCS-Spezifikationen ausgerüstet ist. Somit entfallen teure Installationsarbeiten im Gleisbereich. Lediglich die Anschluss technik an das Loopkabel und eine Detektionseinheit für die Auswertung der empfangenen Wellen müssen geleistet werden, um die Erfindung zu implementieren.
- ii) Wenn die vorerwähnte Detektionseinheit zweikanalig ausgeführt ist, lässt sich ein SIL4 Sicherheitslevel erreichen.
- iii) Das erfindungsgemässe Verfahren kann unabhängig vom ETCS-Level der betreffenden Bahnhofsanlage implementiert werden.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 Schematische Darstellung einer Bahnhofsanlage mit zwei Geleisen;

Figur 2 Blocksche ma für eine im Gleisbereich angeordnete Kabelanordnung und einer zugehörigen Detektionseinheit;

Figur 3 Blocksche ma für eine im Gleisbereich angeordnete Kabelanordnung und einer zugehörigen Detektionseinheit beim vorhanden Sein einer Euro-Loop Applikation;

Figur 4a Vereinfachte Darstellung zweier empfangener Trägersignale S1 und S2 über zwei Wellenlängen;

Figur 4b Darstellung des Produktes S3 zweier empfangener Trägersignale S1 und S2.

[0014] Wie bereits eingeführt zeigt FIG 1 eine Bahnhofsanlage 4 mit zwei Bahnhofsgleisen 24 und 26 und der Problemstellung mit dem Durchrutschweg 8 vor dem Kreuzungsort 10. Anstelle des Begriffs Kreuzungsort 10 werden in äquivalenter Weise auch die Begriffe Kreuzungspunkt 10 oder Gefahrenpunkt 10 verwendet. Wichtig an der FIG 1 ist für die weiteren Erläuterungen eine Unterscheidung der Begrifflichkeit zwischen:

- Bahnhofgleise 24, 26,
- Streckengeleise 12,
- Fahrstrassen 18, 20 und
- Zügen 30 und 32.

[0015] Die Problemstellung braucht an dieser Stelle nicht noch einmal wiederholt zu werden, dazu wird auf die vorstehende Beschreibungseinleitung verwiesen. Die Perrons sind in FIG 1 absichtlich nicht dargestellt, da das vorliegende Verfahren unabhängig von der Perron Anordnung implementiert werden kann, also unabhängig davon, ob ein Mittelperron oder zwei Aussenperrons vorgesehen sind.

[0016] Die vorliegende Erfindung kann in zwei verschiedenen Ausführungsformen realisiert werden:

1. Ausführungsform mit einem für die Geschwindigkeitsmessung besonders verlegten Loop-Koaxialkabel. Die Einzelheiten dazu sind der FIG 2 zu entnehmen.
2. Ausführungsform mit einer Nutzung eines bereits vorhandenen Euro-Loop-Koaxialkabels für die Geschwindigkeitsmessung. Die Einzelheiten dazu sind der FIG 3 zu entnehmen.

[0017] FIG 2 zeigt einen Abschnitt eines Geleises 24 mit Angabe der Fahrrichtung d des Zuges 30 gemäss der FIG 1. Der Zug 30 selber ist nicht dargestellt, lediglich eine am Kopf des Zuges 30 angebrachte Fahrzeugantenne 34. Unter «Kopf des Zuges» ist entweder ein Triebfahrzeug oder ein Steuerwagen zu verstehen. Längs einer Schiene 28 ist ein Loop-Koaxialkabel 36, 38 verlegt, kurz als Loopkabel 36, 38 bezeichnet. Das Loopkabel ist aussen an der Schiene 28 als geschlossenes Koaxialkabel 36 und innen an der Schiene als Schlitzleiterkoaxialkabel 38 ausgeführt. Anstelle von Schlitzleiterkoaxialkabel 38 spricht man auch von Leckkoaxialkabel 38 oder kurz von Leckkabel 38. Die Länge des für diese Anwendung zu verlegenden Loopkabels richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten des betreffenden Bahnhofs 4, insbesondere sind die maximale Geschwindigkeit $v_{\max}$ eines Zuges aufgrund der betrieblichen Bedingungen und die Lage von weiteren Sicherungsmassnahmen wie auch zB der ETCS-Level des betreffenden Streckenabschnittes zu berücksichtigen. Die Fahrzeugantenne 34 des Zuges 30 sendet auf einer bestimmten Frequenz - aus regulatorischen Gründen vorzugsweise auf 27.095 MHz - ein Trägersignal aus, das vom Leckkoaxialkabel 38 - als Antenne - empfangen wird. Im Loopkabel 36, 38 breitet sich dadurch eine Welle in beide Richtungen aus: Diese Richtungen sind in FIG 2 mit w_f als hinlaufende Welle bzw. hinlaufendes Trägersignal S2 und mit w_r als rücklaufende Welle bzw. rücklaufendes Trägersignal S1 bezeichnet. Hinlaufend deshalb, weil dies der gleichen Richtung d wie jene des betreffenden fahrenden Zuges (=Zug 30 gemäss der FIG 1) entspricht.

[0018] Die Auswertung dieser Trägersignale erfolgt in einer Detektionseinheit 40. Dazu wird der Loop mit einem Abschluss 44 beschaltet, der zusätzlich einen Bandpass aufweist. Der Bandpass unterdrückt die Nutzsignalfrequenz des Zugsicherungssystems (zB Euroloop im Frequenzbereich von 10 bis 18 MHz) so dass nur die 27.095 MHz Trägerfrequenz ohne Bedämpfung den Signalmultiplizierern 41.1 / 41.2 weitergegeben wird.

[0019] Die beiden Trägersignale S1 und S2 werden je einem Multiplizierer 41.1 und 41.2 zugeführt. Durch die Bewegung des Zuges 30 sind die beiden Trägersignale verschoben, genau: Das Trägersignal S1 ist gegenüber dem Trägersignal S2 je nach Fahrrichtung des Zuges 30 vorseilend oder nacheilend. Die Signalamplituden spielen eine untergeordnete Rolle. Für Applikationen über 1km Länge des Loopkabels kann ein AGC (automatic gain control) Baustein vor den Multiplikator geschaltet werden. Die Lage der Trägersignale S1 und S2 ist in FIG 4b dargestellt, mit S3 ist das Produkt $S1 \cdot S2$ der beiden Trägersignale S1 und S2 bezeichnet. Dieses Produkt hat eine Wellenlänge $n \cdot \lambda$.

[0020] Das Produkt $S3 = S1 \cdot S2$ aus den Multiplizier 41.1 und 41.2 wird noch je einem Tiefpass 42.1 und 42.2 von 20Hz zugeführt, um ungewollte höherfrequente Mischprodukte auszufiltern. Anschliessend wird das so gefilterte Produkt S3' einem Frequenzermittler 43.1 und 43.2 zugeführt. Diese Frequenzermittlung kann durch einen analogen Frequenzzähler oder mit einem Signal-Pulszähler auch in Digitaltechnik umgesetzt werden. Der Zähler zählt analoge Signal-Pulse im Intervall von zB 1s und gibt diese danach einer Verarbeitungseinheit weiter. Diese Verarbeitungseinheit ist in den Figuren nicht dargestellt. Die Verarbeitungseinheit wertet die Anzahl Pulse aus (Vergleicher mit > und <) und steuert Ausgangskontakte an. Aus der Anzahl Pulse ergibt sich die Geschwindigkeit des betreffenden Zuges 30. Die Detektionseinheit 40 ist zweikanalig ausgeführt, um einen SIL4 - Level zu erreichen.

[0021] FIG 3 zeigt eine Ausführungsform mit einer Nutzung eines bereits vorhandenen Euro-Loop-Koaxialkabels. Am Gleisbereich selber sind keine Unterschiede festzustellen, da es ein besonderer Vorteil dieser Ausführungsform ist, eine bestehende technische Infrastruktur auch noch für eine andere Funktion nutzen zu können. Teilweise unterschiedlich ist die Auswertung der empfangenen Signale S1 und S2. Das Loopkabel 36, 38 wird für das sogenannte Euro-Loop-Sicherungssystem verwendet; Einzelheiten dazu siehe zB <https://de.wikipedia.org/wiki/Euroloop>.

[0022] Das Euroloop-Subsystem dient der Übertragung eines Signalbegriffs an ein Schienenfahrzeug über einen längeren oder ganzen Bereich des Vorsignalabstands. Es erweitert damit im ETCS Level 1 das punktförmige Eurobalise-System. Es ist auf europäischer Ebene durch die ERA standardisiert. Zentrales Element ist die «Euroloop» genannte Leckleitung am Fuß der Schiene. Die Datenübertragung gelingt über die gesamte Länge des Loops, die bis 1000 m lang sein darf und am Ende mit einem Abschluss 44 terminiert ist. Gespeist wird sie von einem Loop-Modem 45. Das Modem sendet im Frequenzbereich von 9 MHz bis 18 MHz und nutzt Direct Sequence Spread Spectrum zur Frequenzspreizung und für das CDMA-Multiplexing. Für diese zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ebenfalls eine Detektionseinheit 40' vorgesehen, die sich von jener gemäss der FIG 2 teilweise unterscheidet. Diese Detektionseinheit 40' enthält gleich wie bei der Ausführungsform gemäss der FIG 2 einen Abschluss 44 mit einem Bandpass. Da

hier eine Doppelnutzung des Loopkabels 36, 38 vorliegt - nämlich die Trägersignale S1 und S2 und das für das System Euro-loop vorgesehenen Steuersignal - wird das rücklaufende Trägersignal S1 einem Richtkoppler 46 zugeführt. Die Frequenz des vorerwähnten Steuersignals ist üblicherweise 13.5 MHz. Der Richtkoppler 46 zweigt das Trägersignal S1 ab in Richtung zum Multiplizierer 41.2. Die weitere Auswertung des Produktes $S3 = S1 \cdot S2$ erfolgt ebenfalls gleich wie vorstehend zu FIG 2 beschrieben. Da wesentliche Sicherungsfunktionen für den Zug 30 vom System Euro-Loop und den weiteren Komponenten des Systems ETCS bereits wahrgenommen werden, ist bei dieser Ausführungsform der Level SIL4 nicht erforderlich und somit ist die Detektionseinheit 40 nicht zweikanalig ausgeführt.

[0023] FIG 4a zeigt in einer vereinfachten Darstellung die beiden empfangenen Trägersignale S1 und S2. Die dargestellte Wellenlänge λ hat folgende numerische Ausprägung: Aus der bevorzugten Frequenz von $f_E = 27.095\text{MHz}$ ergibt sich die Wellenlänge λ von

$$\lambda = c / f_E \quad (\text{wobei } c = \text{Lichtgeschwindigkeit})$$

zu numerisch $\lambda = 11.07\text{m}$.

[0024] Aufgrund der Fahrgeschwindigkeit erfahren das hinlaufende Trägersignal S2 und das rücklaufende Trägersignal S1 eine Laufzeitverzögerung. Dies ist in FIG 4a mit Δt bezeichnet. Das Diagramm gemäss der FIG 4a ist sowohl in einer Zeitdarstellung t wie auch in einer Längendarstellung mit der Wellenlänge λ zu lesen. Demzufolge entspricht die Signalphase ϕ der Laufzeitverzögerung Δt .

[0025] FIG 4b zeigt das Produkt $S3 = S1 \cdot S2$. Ausgehend von der FIG 4a ist die Wellenlänge des Produktes S3 ein Vielfaches n der Wellenlänge der empfangenen Trägersignale S1, S2 (deren geringfügige Ungleichheit wird hier nicht betrachtet).

[0026] Der Zusammenhang zwischen der resultierenden Frequenz am Ausgang der Detektionseinheit 40 und der Geschwindigkeit des Zuges kann durch die Wellenlänge λ der Trägersignalfrequenz von 27.095MHz und der Ausbreitungsgeschwindigkeit im Kabelsystem 36, 38 errechnet werden. Bei einer Ausbreitungsgeschwindigkeit im Kabelsystem von $V_{ph} = 85\%$ der Lichtgeschwindigkeit c resultiert eine Wellenlänge bei 27.095 MHz von 9.4m. Durch die Geschwindigkeit der Antenne 34 (=Sender 34) variiert die Wellenlänge w_f und w_r proportional dazu. Bewegt sich die Antenne 34 in Richtung zur Detektionseinheit 40, so erhöht sich die Frequenz relativ zur Wellenlänge w_f im die Wellenlängenanteile pro Zeiteinheit. Umgekehrt verkleinert sich die Frequenz relativ zur Wellenlänge w_r im diese Wellenlängenanteile pro Zeiteinheit da, der Signalpfad länger wird. Folgende Formel kann dazu angewendet werden:

$$2 \cdot V_{\text{Zug}} / (V_{\text{vacuum}} \cdot V_{ph} / (f_0))$$

[0027] Als Beispiel resultiert bei einer Zugsgeschwindigkeit von 20m/s eine Ausgangsfrequenz von $2 \cdot 20\text{m/s} / ((300000000\text{m/s} \cdot 0.85 / 270950000\text{s}^{-1}) = 4,25\text{ Hz}$. Bei einer Zugsgeschwindigkeit von 4.7m/s resultiert somit 1Hz oder 360 Grad Phasenlaufzeit am Ausgang der Detektionseinheit 40. Umgerechnet auf 1 Grad Phasenlage pro Sekunde bewegt sich der Zug mit 0.0131m/s.

[0028] Die Auswertung des Gradienten (Gradient = Differentialoperator) der Geschwindigkeit v des ersten Zuges 30 kann vorzugsweise in einem übergeordneten Sicherungssystem erfolgen. Dabei wird - wie oben angegeben - die festgestellte Geschwindigkeit des Zuges 30 in einem Takt von 1s an das übergeordnete Sicherungssystem übermittelt. Ergibt sich ein negativer Gradient, so bedeutet dies, dass die Geschwindigkeit des Zuges abnimmt.

Liste der Bezugszeichen, Glossar

[0029]

4	Bahnhof
8	Durchrutschweg
10	Kreuzungsort, Weiche
12	Streckengeleis
14a, 14b	Signale eines ersten Bahnhofgeleises
16a	Signal zu einem zweiten Bahnhofgeleise
18	über einen Kreuzungspunkt hinaus zulaufende Fahrstrasse
20	auf einen Kreuzungspunkt zulaufende Fahrstrasse
24	Erstes Bahnhofgeleise, erster Bahnhofgeleiseabschnitt
26	Zweites Bahnhofgeleise, zweiter Bahnhofgeleiseabschnitt
28	Schiene

30	Einfahrender Zug
32	Abfahrtsbereiter Zug
34	Fahrzeugantenne
36	Koaxialkabel
5 38	Leckkabel, koaxiales Schlitzleiterkabel, Leckkoaxialkabel
40	Detektionseinheit
41.1, 41.2	Signalmultiplizierer
42.1, 42.2	Tiefpass
43.1, 43.2	Frequenzermittlung
10 44	Abschluss Loop mit Bandpass
45	Loop-Modem
46	Richtkoppler
d	Fahrrichtung eines Zuges
f_E	Frequenz der Fahrzeug-Sendeantenne
15 φ	Signalphase
Δt	Laufzeitverzögerung
n	Vielfaches der Wellenlänge des empfangenen Trägersignals
λ	Wellenlänge des Trägersignals
w_f , S2	hinlaufende Welle, hinlaufendes Trägersignal, f=forward
20 w_r , S1	rücklaufende Welle, rücklaufendes Trägersignal, r=return
S3	Produkt aus den Trägersignalen S1 und S2.
S3'	Durch Tiefpass gefiltertes Produkt S3

Liste der zitierten Dokumente

- 25 [0030]
- [1] EP 3 335 961 A1
VERFAHREN ZUR FREIGABE DER EINSTELLUNG EINER NACHBARZUGFAHRSTRASSE FÜR EIN SCHIE-
30 NENFAHRZEUG Siemens Mobility AG, Hammerweg 1,
CH - 8304 Wallisellen;
Siemens Mobility GmbH, Otto-Hahn-Ring 6,
DE - 81739 München.
- 35 [2] IEC 61508 Functional Safety
International Electrotechnical Commission
<https://www.iec.ch/>

40 Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung einer Nachbarzugfahrstrasse (18) für einen Zug (32), bei welchem Verfahren ein Kreuz-
zungsort (10) zur Vermeidung von einer Zugkollision sicherheitstechnisch geschützt ist, umfassend die folgenden
Verfahrensschritte:
- 45 a) Einstellen einer ersten auf den Kreuzungsort (10) zulaufenden Fahrstrasse (20) mit einem Haltebefehl vor
dem Kreuzungsort (10);
b) Einstellen einer Nachbarzugfahrstrasse (18), wobei die Nachbarzugfahrstrasse (18) eine zweite über den
Kreuzungsort (10) hinaus zulaufende Fahrstrasse ist, wenn die Geschwindigkeit eines ersten auf der ersten
50 Fahrstrasse (20) fahrenden Zuges (30) mindestens unter einen vorgebbaren Grenzwert gesunken ist und/oder
wenn der Verlauf der Geschwindigkeit des ersten Zuges (30) einen negativen Gradienten aufweist;
gekennzeichnet durch die weiteren Verfahrensschritte
c) Aussenden einer elektromagnetischen Welle von einer Antenne (34) des Zuges (30) auf ein längs im Gleis
angebrachtes Loopkabel (36, 38);
55 d) Empfangen der ausgesendeten elektromagnetischen Wellen im Loopkabel (36, 38) als hinlaufendes Träger-
signal (w_f , S2) und als rücklaufendes Trägersignal (w_r , S2);
e) Bestimmen einer Signalphase (φ) aus dem hinlaufendem Trägersignal (S2) und aus dem rücklaufendem
Trägersignal (S1);

f) Bestimmen der Geschwindigkeit (v) und/oder des Verlaufs der Geschwindigkeit des ersten Zuges (30) aus der Signalphase (φ).

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

im Verfahrensschritt e) die Bestimmung der Signalphase (φ) durch eine Multiplikation (41.1, 41.2; S3) der beiden Trägersignale (S1, S2) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

das angebrachte Loopkabel (36, 38) ein im Sinne der Spezifikation ETCS fungierendes Euroloopkabel ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Detektionseinheit (40) vorgesehen ist, die einen Richtkoppler (46) aufweist um ein empfangenes Trägersignal (S1) von einem für das System Euroloop vorgesehenen Steuersignal zu separieren.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Verfahrensschritte d), e) und f) in einer Detektionseinheit (40) ausgeführt werden, wobei alle Komponenten zu deren Ausführung zweikanalig ausgebildet sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

das die im Verfahrensschritt f) bestimmte Geschwindigkeit (v) des ersten Zuges (30) an ein übergeordnetes Sicherungssystem übermittelt wird, und im übergeordneten Sicherungssystem der Verlauf der Geschwindigkeit bestimmt wird um eine Einstellung der Nachbarzugfahrstrasse festzulegen.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Verfahrensschritt c) bei einer Frequenz von 27.095MHz ausgeführt wird.

FIG 1

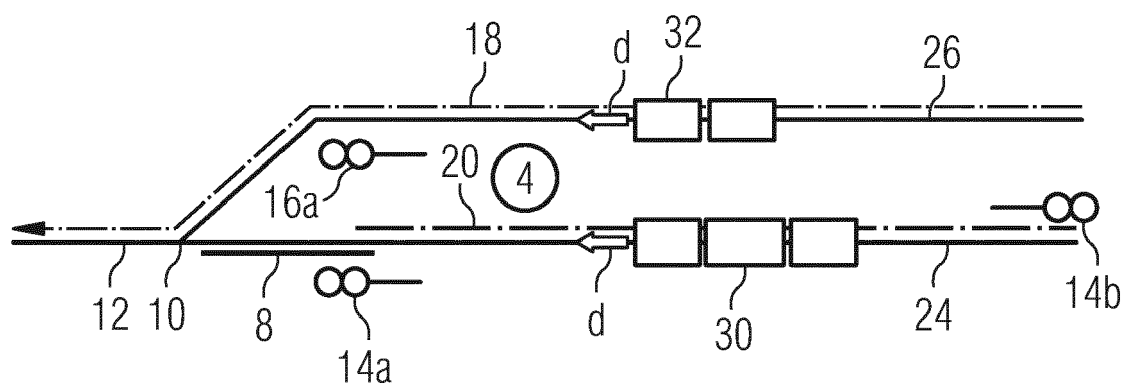


FIG 2

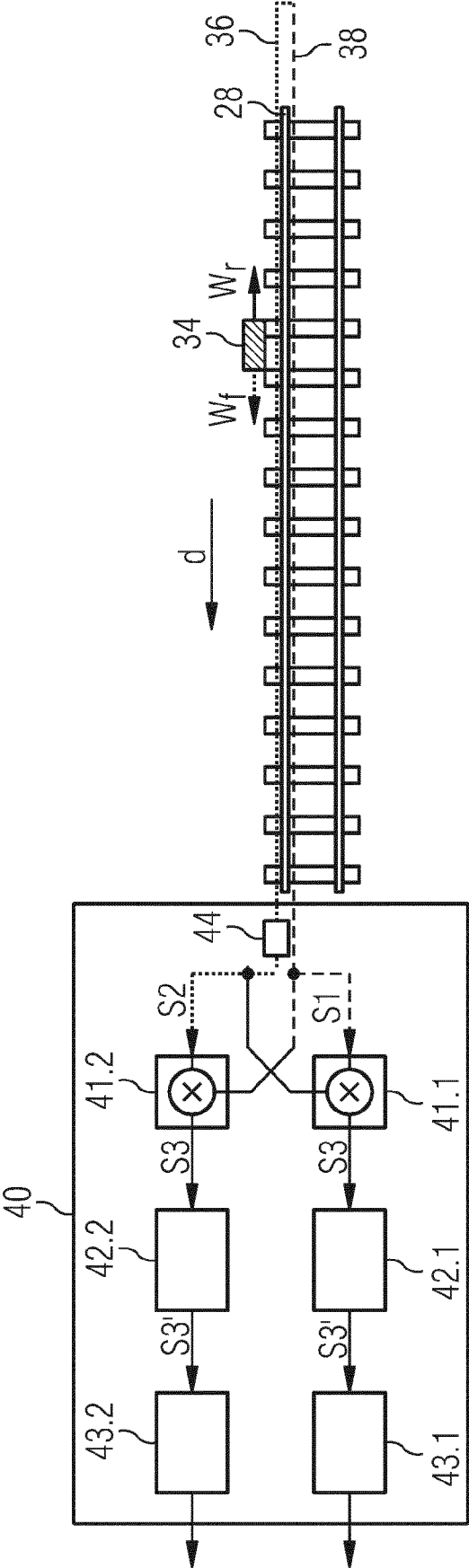


FIG 4A

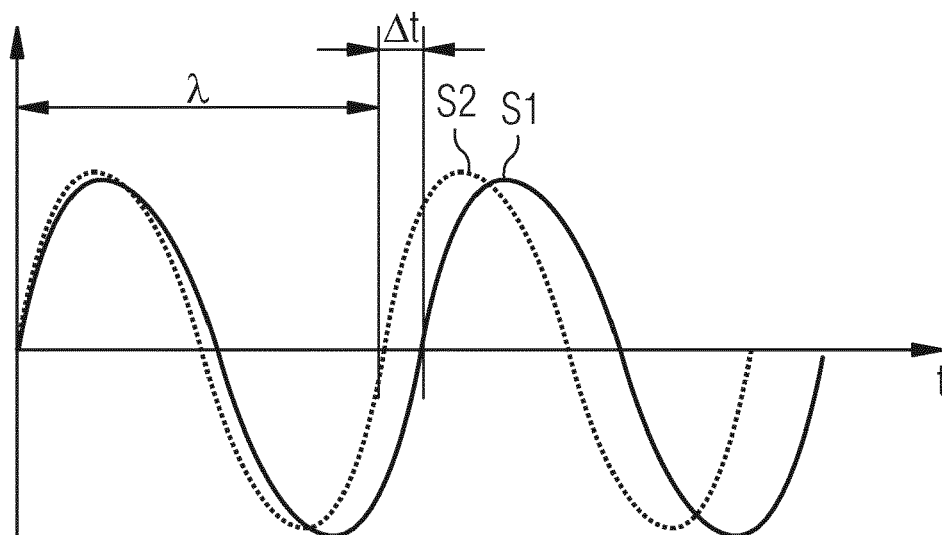
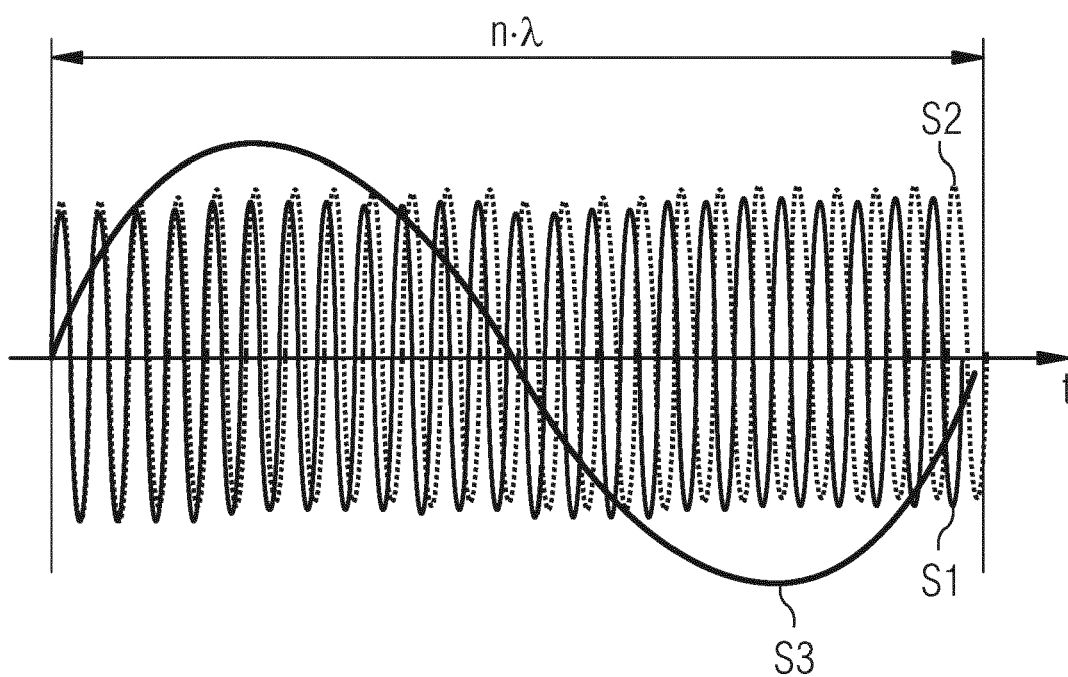


FIG 4B





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 19 18 2474

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 3 335 961 A1 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]; SIEMENS AG [DE]) 20. Juni 2018 (2018-06-20) * das ganze Dokument *	1-7	INV. B61L1/10 B61L25/02 B61L23/00
A	EP 3 042 824 A1 (BOMBARDIER TRANSP GMBH [DE]) 13. Juli 2016 (2016-07-13) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Absätze [0060] - [0072] *	1-7	
A	FR 1 129 694 A (TRT TELECOM RADIO ELECTR) 24. Januar 1957 (1957-01-24) * das ganze Dokument *	1-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Februar 2020	Prüfer Robinson, Victoria
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 18 2474

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.

13-02-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 3335961	A1	20-06-2018	KEINE	

15	EP 3042824	A1	13-07-2016	KEINE	

	FR 1129694	A	24-01-1957	KEINE	

20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

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

- EP 3335961 A1 [0006] [0008] [0030]