



CH 687 046 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 687 046 A5

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: G 01 S 013/82  
G 01 S 013/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 02501/93

73 Inhaber:  
Siemens Schweiz AG, Albisriederstrasse 245,  
8047 Zürich (CH)

22 Anmeldungsdatum: 23.08.1993

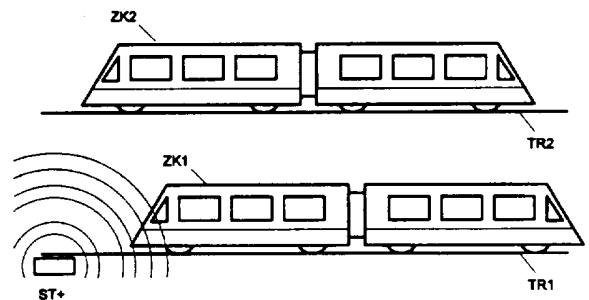
24 Patent erteilt: 30.08.1996

45 Patentschrift  
veröffentlicht: 30.08.1996

72 Erfinder:  
Loder, Max, Bonstetten (CH)

54 Verfahren und Schaltungsanordnung zur Vermeidung von gegenseitigen Störungen.

57 Das Verfahren dient zur Vermeidung gegenseitiger Störungen von zwei oder mehreren Sende- und Empfangsstationen (ST), von denen jede mit zeitlichen Abständen  $T_p$  periodisch Abfrageimpulse an eine weitere jeder Station (ST) zugeordnete Sende- und Empfangsstation (ST+) aussendet. Jede Station (ST) 2. moduliert dabei die Abfrageimpulse oder Sequenzen von Abfrageimpulsen individuell verschieden und korreliert die empfangenen Signale mit den gesendeten Abfrageimpulsen. Danach werden nur die korrelierenden Signale weiterverarbeitet.



CH 687 046 A5

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Schaltungsanordnung nach Anspruch 9.

Aus John Gosch, SAW TECHNOLOGY DRIVES AUTO ID, ROAD-TOLL SYSTEM, ELECTRONIC DESIGN vom 26. April 1990, Seite 29 ist der Einsatz von OFW bzw. SAW (Oberflächenwellen bzw. surface acoustic waves)-Bauteilen zur Identifikation von Automobilen bekannt, die eine Kontrollstation passieren. Das OFW-Bauteil ist dabei in der Lage, ein eintreffendes Signal in eine Oberflächenwelle umzuwandeln, die sich über die Oberfläche des OFW-Bauteils ausbreitet. Auf der Oberfläche des OFW-Bauteils sind elektroakustische Wandler und Reflektoren vorgesehen, die in der Lage sind, einen Teil der an ihnen vorbeilaufenden Oberflächenwellen wieder in elektromagnetische Signale umzuwandeln. Jedes zu identifizierende Automobil weist dabei ein OFW-Bauteil auf, bei dem eine bestimmte Anzahl Reflektoren in bestimmten Abständen zueinander derart auf der Oberfläche des OFW-Bauteils aufgebracht sind, dass sich dieses OFW-Bauteil von allen weiteren in anderen Automobilen verwendeten OFW-Bauteilen deutlich unterscheidet. Diese bestimmte geometrisch einmalige Anordnung der Reflektoren führt auch zu einem elektrischen Verhalten, das für jedes OFW-Bauteil typisch ist. D.h. jedes OFW-Bauteil, das mit einem festgelegten Abfragesignal beaufschlagt wird, sendet von den einzelnen Reflektoren Signale an die Abfragestation zurück. Durch die für jedes OFW-Bauteil typische Anordnung der Reflektoren werden die einzelnen Antwortsignale ebenfalls mit entsprechend typischen Verzögerungen an die Abfragestation zurückgeschickt. Die von einem OFW-Bauteil nach Erhalt des Abfragesignals abgegebene Antwort, die in Form von mehreren zeitlich gegeneinander verschobenen Signalen erfolgt, unterscheidet sich daher ebenfalls deutlich von Antworten, die von anderen OFW-Bauteilen abgegeben werden. Fig. 1 zeigt einen möglichen Verlauf der Antwortsignale, die vom Bauteil OFW einer Station ST+ als Antwort auf einen Abfragepuls einer Abfragestation ST abgegeben werden. Als Antwort auf einen einzelnen Abfragepuls retourniert das OFW-Bauteil nach einer zeitlichen Verzögerung demgemäss eine Folge von zeitlich gegeneinander verschobenen Impulsen, die als Kodewort zur Abfragestation ST gelangen.

Durch Massnahmen, die in den Erläuterungen zu Fig. 2 beschrieben sind, kann ferner vorgesehen werden, dass vom Bauteil OFW als Antwort auf einen Abfragepuls nicht nur feste, sondern auch variable Daten abgegeben werden können.

Diese Abfragetechnik kann bei der Kontrolle, Überwachung und Leitung von weiteren Verkehrsmitteln (Bus, Bahn, Schiff oder im Bereich der Bodenkontrolle für Flugzeuge) verwendet werden. Z.B. können Flugzeuge vor oder nach dem Andocken automatisch identifiziert werden. Ferner besteht die Möglichkeit, durch verschiedene Abfragestellen die Position des Flugzeuges auf dem Flughafengelände festzustellen sowie den Status (z.B. Betriebsdaten, technische Daten) des Flugzeuges automatisch ab-

zufragen und in einem für die Logistik vorgesehenen Computer zu speichern. Besonders vorteilhaft kann diese Abfragetechnik auch bei der Bahn eingesetzt werden. Entlang den Geleisen können z.B. mit einem OFW-Bauteil versehene Stationen ST+ vorgesehen werden, die von einer in einer stehenden oder bewegten Zugskomposition vorgesehenen Abfragestation ST abgefragt werden können.

Probleme können dabei entstehen, falls mehrere nicht zentral gesteuerte Abfragestationen nahe beieinander betrieben werden. Wenn z.B. eine erste Station ST, die einen Abfrageimpuls ausgesendet hat, während einem Zeitintervall  $T_r$  auf Empfang geschaltet wird und eine zweite Station ST während diesem Zeitintervall  $T_r$  einen Abfrageimpuls aussendet, so besteht die Gefahr, dass die Station ST anstatt eines Antwortsignals von einer zugehörigen Station ST+ ein Abfragesignal der fremden Station ST aufnimmt. Derartige Verhältnisse können z.B. in grösseren Bahnhöfen beim gleichzeitigen Eintreffen mehrerer Züge oder auf dem Flughafengelände bei der Verwendung nahe zueinander gelegener Abfragestationen ST auftreten. Ferner besteht die Gefahr, dass die zweite Station ST Antwortsignale empfängt, die von der ersten Station ST abgefragt wurden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren für den Betrieb der Abfragestationen sowie eine entsprechende Schaltungsanordnung anzugeben, durch die erreicht wird, dass gegenseitige Störungen aller Abfragestationen, die direkt von einer ersten Station ST zu einer zweiten Station ST oder über die Antwort-Station ST+ erfolgen können, vermieden werden.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil der im Patentanspruch 1 bzw. 9 angegebenen Massnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt den Betrieb mehrerer Stationen ST, die Abfrageimpulse aussenden, ohne dass gegenseitige Störungen auftreten. Das Verfahren ermöglicht daher eine hohe Betriebssicherheit des aus allen Abfrage- und Antwortstationen bestehenden Kommunikationssystems.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen möglichen Signalverlauf von Abfrage- und Antwortsignalen

Fig. 2 ein zur Abgabe variabler Daten geeignetes OFW-Bauteil

Fig. 3 die Schaltungsanordnungen von zwei Send- und Empfangsstationen

Fig. 4 den Verlauf einer Sequenz von Sendepulsen, deren zeitliche Abgabe durch das erfindungsgemässe Verfahren bestimmt wird

Fig. 5 zwei schienengebundene Fahrzeuge, die eine Antwort-Station ST passieren, welche ausschliesslich für das erste Fahrzeug vorgesehen ist

Fig. 1 zeigt den Verlauf der Signale, die zwischen zwei Send- und Empfangsstationen ST und ST+ ausgetauscht werden, von denen die letztge-

nannte mit einem OFW-Bauteil versehen ist. Nebst den einleitend beschriebenen OFW-Bauteilen können in der Station ST+ auch herkömmliche Leitungen verwendet werden, in denen Reflexionsstellen vorgesehen sind, die z.B. durch die lokale Änderung der Impedanz bzw. durch den gezielten Einbau von Störstellen in verschiedenen Abschnitten der Leitung realisiert werden. Vorzugsweise werden kurze Verzögerungsleitungen vorgesehen, die eine geringe Wellenausbreitungsgeschwindigkeit aufweisen. Beispielsweise werden Koaxialleitungen eingesetzt, die ein eine hohe Dielektrizitätszahl aufweisendes Dielektrikum enthalten. Von der Station ST wird demgemäss ein Abfragepuls an die Station ST+ übertragen, der in der Station ST+ beim Durchlaufen der Verzögerungsleitung an sechs Stellen reflektiert und als Pulssequenz zurück zur Station ST übertragen wird.

In Fig. 2 ist ein Oberflächenwellen-Bauteil P-OFW mit einer Antenne ANT, einem Interdigitalwandler IDW und mehreren Reflektoren RFT gezeigt, durch das die Übertragung von Daten von der Station ST+ zur Station ST ermöglicht wird. Die auf dem programmierbaren Oberflächenwellen-Bauteil P-OFW vorgesehenen n Reflektoren RFT können mittels Schaltern SW1, ..., SWn derart kurzgeschlossen werden, dass sie die Oberflächenwellen wahlweise reflektieren bzw. nicht reflektieren. Dadurch kann einerseits ein festgelegtes Kodewort oder ein n-Bit Datenwort an die Station ST übertragen werden. Die Schalter SW sind zu diesem Zweck mit einer entsprechenden Steuereinheit verbunden, die z.B. einen Speicherbaustein enthält, in dem das Kodewort permanent abgespeichert ist. Möglich ist ferner, nur einen Teil der Reflektoren RFT mit Schaltern SW zu versehen. Weitere Reflektoren RFT können zusätzlich entsprechend einem zu übertragenden Kodewort angeordnet sein. Übertragen wird in diesem Fall eine Kombination von festen und variablen Daten.

Fig. 3 zeigt prinzipielle Schaltungsanordnungen der Station ST und der Station ST+, bei denen in Richtung zur Station ST+ nach dem FSK-Verfahren (frequency-shift-keying) und in Richtung zur Station ST nach dem PSK-Verfahren (phase-shift-keying) modulierte Signale übertragen werden.

Ein in der Station ST vorgesehener Prozessor PROC ist dabei mit einem Enkoder ENC sowie über einen FSK-Modulator FSK-M, einen Pulsmodulator IPM und einen Zirkulator C mit einer Antenne A verbunden. Der Zirkulator C ist ferner über einen Detektor DET mit einem Dekoder DEC verbunden. Der Ausgang des Modulators FSK-M ist ferner mit dem Referenzfrequenzeingängen des Dekoders DEC und des Detektors DET verbunden (nicht dargestellt). Der Enkoder ENC ist mit Steuereingängen des Modulators FSK-M und des Pulsmodulators IPM verbunden.

Die Station ST+ enthält ein Bauteil OFW, das zum Empfang FSK-modulierter und zur Abgabe PSK-modulierter Signale geeignet ist. Das Bauteil OFW besteht aus einem vorzugsweise piezoelektrischen Substrat, auf dessen Oberfläche sich Transversalwellen ausbreiten können. Auf diesem Substrat sind ein Phasenmodulator PM, ein Interdigital-

wandler IDW, mehrere Reflektoren RFT, zwei Bandpassfilter BP1, BP2 und ein Dämpfungsmaterial ABS vorgesehen. Eine Antenne ANT ist dabei über den Phasenmodulator PM mit dem Interdigitalwandler IDW verbunden, der die über die Antenne ANT empfangenen Signale in Oberflächenwellen umwandelt, die sich gegen die Reflektoren RFT hin ausbreiten. Jeweils beim Erreichen eines Reflektors RFT wird ein Teil der sich ausbreitenden Transversalwellen zurück zum Interdigitalwandler IDW reflektiert, umgewandelt und über die Antenne ANT abgestrahlt. Nachdem die Transversalwellen die Reflektoren RFT passiert haben, gelangen sie zu den Bandpässen BP1 und BP2 und werden anschliessend im Dämpfungsmaterial ABS absorbiert. Durch diese Absorption der Oberflächenwellen werden unerwünschte Reflexionen verhindert. Die Station ST+ weist ferner einen Detektor und ein Register auf, die z.B. über zusätzliche Datenpuffer mit einer Schnittstelle verbunden sind. Vom Register werden dem Phasenmodulator PM Daten vd-b zugeführt und vom Detektor werden die Ausgangssignale der Bandpassfilter BP1, BP2 entnommen.

Zur Übertragung von Daten von der Station ST+ zur Station ST werden die reflektierten Signale im Phasenmodulator PM in Abhängigkeit der zu übertragenden binären Daten z.B. zwischen zwei Phasenlagen (z.B.  $\pm 45^\circ$  oder  $\pm 90^\circ$ ) umgetastet. (Phasen- und Frequenz-Modulatoren bzw. Demodulatoren werden z.B. in Herter/Röcker, Nachrichtentechnik-Übertragung und -Verarbeitung, München 1976, Seiten 181-218 beschrieben. Als Phasenmodulator PM kann z.B. der auf Seite 202, Bild 2.4-27 gezeigte Ringmodulator verwendet werden. Weitere Phasen- und Frequenzmodulationsverfahren sind ferner in R. Mäusl, Digitale Modulationsverfahren, Heidelberg 1991, Kapitel 3 beschrieben.) Wie bereits eingangs erläutert, wird durch das Oberflächenwellen-Bauteil OFW als Antwort auf den Abfragepuls eine Sequenz von mehreren Pulsen reflektiert. Die maximale Datenübertragungsrate wird daher erzielt, indem jeder einzelne Puls der reflektierten Pulssequenz entsprechend einem zu übertragenden Datenbit moduliert wird. Für die Demodulation dieser phasenmodulierten Signale ist in der Station ST ein Referenzsignal vorzusehen, das jeweils für die Modulation des Abfragesignals und die Demodulation des Antwortsignals verwendet wird. Möglich ist ferner die Verwendung eines Pulses aus der Sequenz der Antwortpulse als Referenzsignal. Z.B. wird die Phasenlage des ersten Pulses der Sequenz nicht verändert. Die Phasenlage der nachfolgenden Pulse der Sequenz kann daher jeweils mit Bezug auf den ersten Puls der Sequenz detektiert werden.

Die von der Station ST+ reflektierten und phasenmodulierten Signale können in der Station ST wiederum nur korrekt detektiert werden, falls ein Referenzsignal zur Verfügung steht. Da die Abfragepulse zwischen z.B. zwei Frequenzen frequenzumgetastet sind, wird daher das Ausgangssignal des Modulators FSK-M im Detektor DET als Referenz verwendet. Vorzugsweise können z.B. auch mindestens zwei Referenzoszillatoren (oder mindestens zwei von einem Oszillator abgeleitete Signa-

le) verwendet werden. Durch einen vom Enkoder gesteuerten Umschalter würde dabei jeweils der Ausgang eines Oszillators mit den Eingängen des Pulsmodulators IPM, des Detektors DET und des Dekoders DEC verbunden.

In Fig. 3 ist ferner ein Integrator INT gezeigt, der mit einem Signalausgang des Detektors DET sowie einem Steuerausgang und einem Dateneingang des Prozessors PROC verbunden ist.

Das erfindungsgemässe Verfahren wird anhand der in Fig. 4 dargestellten Signalverläufe erläutert. In Fig. 4a ist eine Sequenz von Impulsen  $i_1, i_3$  dargestellt, die von einer ersten Station ST abgegeben wird. Anschliessend an die Impulse  $i_1, i_3$  ist je ein Antwortsignal  $ant_1$  bzw.  $ant_3$  aufgezeigt, das von der Station ST+ abgegeben wird (s. auch Fig. 1). In Fig. 4c ist eine Sequenz von Impulsen  $p_{(n)}, p_{(n+1)}, p_{(n+2)}$  dargestellt, die von einer zweiten Station ST abgegeben wird. Die von beiden Stationen ST erzeugten Sendepulse  $i$  bzw.  $p$  werden im Normalbetrieb periodisch in zeitlichen Abständen  $T_p$  abgegeben. Falls beide Stationen ST nahe beieinander angeordnet sind oder sich aufeinander zu bewegen, besteht die Gefahr, dass die erste Station ST nicht nur die Antwortsignale  $ant$  der ihr zugehörigen Station ST+, sondern auch die Sendesignale  $p$  der benachbarten Station ST empfängt (die Antwortsignale benachbarter Stationen sind vernachlässigbar klein). Nebst dem Antwortsignal  $ant_1$  empfängt die erste Station ST daher gleichzeitig den von der zweiten Station ST abgegebenen Impuls  $p_{(n)}$ , wodurch das von der Station ST+ abgegebene Antwortsignal  $ant_1$  verfälscht wird.

Erfindungsgemäss lassen die Stationen ST daher jeweils nach einer vorzugsweise pseudozufällig gewählten Sequenz von Sendepulsen, beispielsweise zu einem Zeitpunkt  $t_x$  einen Impuls ( $i_{2t}$ ) ausfallen. Symmetrisch um diesen Zeitpunkt  $t_x$  werden zwei Zeitfenster  $F_1, F_2$  bzw. Intervalle vorgesehen, die vorzugsweise je eine halbe Sendeperiode  $T_p/2$  lang sind (s. in Fig. 4b). Innerhalb des ersten Zeitintervalls  $]t_x - T_p/2[, t_x[$ , d.h. während der Zeit  $t_x - T_p/2$  wird die Empfangsstufe der ersten Station ST so wie der damit verbundene Integrator INT aktiviert, so dass alle innerhalb dieser Zeit auftretenden Signale aufintegriert werden. Ebenso werden alle innerhalb des zweiten Zeitintervalls  $]t_x, (t_x + T_p/2)[$  auftretenden Signale aufintegriert. Vom Integrator INT wird daher für das erste Zeitintervall  $]t_x - T_p/2[, t_x[$  ein Signal  $int_1$  und für das zweite Zeitintervall  $]t_x, (t_x + T_p/2)[$  ein Signal  $int_2$  an den Prozessor PROC abgegeben. Im Prozessor PROC werden die Signale  $int_1, int_2$  miteinander verglichen. Sind die beiden Signale  $int_1, int_2$  unterschiedlich, so besteht eine Abweichung des Sendezeitpunktes der ersten Station ST gegenüber dem Schwerpunkt der Sendezeiten aller weiteren Stationen ST. Im vorliegenden Fall fällt der Sendepuls  $p_{(n+1)}$  der zweiten Station ST in das zweite Zeitintervall  $]t_x, (t_x + T_p/2)[$ . Der Prozessor PROC stellt daher fest, dass das innerhalb des zweiten Zeitfensters aufintegrierte Signal  $int_2$  grösser als das erste Signal  $int_1$  ist. Durch eine zeitliche Verschiebung  $T_d$  des Sendezeitpunktes der Sendesignale der ersten Station ST in Richtung auf den Schwerpunkt

der Sendezeiten aller weiteren Stationen ST wird erreicht, dass sich die Sendesignale der Stationen ST überdecken und nicht mehr mit Antwortsignalen der Stationen ST+ zusammenfallen. Da der beschriebene Korrekturvorgang in allen Stationen ST abläuft, werden die Sendezeitpunkte aller in Kontakt zueinander stehender Stationen ST, unabhängig von den Anfangsbedingungen, rasch aufeinander eingestellt bzw. synchronisiert.

Die Anzahl Sendepulse, nach der jede Station (ST) wenigstens einen Sendepuls ausfallen lässt, wird zufällig gewählt, damit gleichzeitige Synchronisationsversuche der Stationen ST möglichst vermieden werden.

Die Anzahl Sendepulse, nach der jede Station (ST) wenigstens einen Sendepuls ausfallen lässt, wird vorzugsweise grösser  $a$  und kleiner  $b$  gewählt. Die Werte von  $a$  und  $b$  werden dabei derart gewählt, dass unnötige Synchronisationsversuche weitgehend vermieden, notwendige Synchronisationsversuche jedoch immer durchgeführt werden. Der Wert von  $a$  wird beispielsweise klein gewählt, falls die Stationen ST in schnell bewegten Verkehrsmitteln vorgesehen sind.

Die zeitliche Verschiebung  $T_d$  wird derart gewählt, dass die Sendezeitpunkte der Stationen ST stetig konvergieren und rasch synchronisiert sind. Vorzugsweise wird die zeitliche Verschiebung  $T_d$  im Bereich  $T_p/8$  bis  $T_p/4$  gewählt.

Vorzugsweise wird eine Verschiebung des Sendezeitpunktes jedoch nur vorgenommen, falls die Differenz der Signale  $int_1, int_2$  einen vorgesehenen Schwellwert überschreitet. Falls genauere Angaben über den Schwerpunkt der Sendesignale benachbarter Stationen ST ermittelt werden sollen, können an Stelle von nur zwei Intervallen vor und nach dem Zeitpunkt  $t_x$  auch mehrere Intervalle vorgesehen werden. Das Mass der Verschiebung der Sendepulse wird dabei entsprechend der zum Zeitpunkt  $t_x$  relativen Lage des Intervalls bestimmt, in dem das grösste Signal ermittelt wird. Dabei wird die Verschiebung der Sendepulse vorzugsweise nur dann anhand des Intervalls bestimmt, in dem das grösste Signal ermittelt wurde, wenn dieses Intervall auf der Seite des Zeitpunktes  $t_x$  liegt, auf der die Summe aller Signale grösser ist als die Summe der auf der anderen Seite des Zeitpunktes  $t_x$  ermittelten Signale.

Das Mass der Verschiebung der Sendepulse kann auch entsprechend der zum Zeitpunkt  $t_x$  relativen Lage des Schwerpunktes der in einem Fenster  $F_1, F_2$  auftretenden Signale ermittelt werden. Dazu werden vorzugsweise für jedes Zeitfenster  $F_1, F_2$  die Momente aus den empfangenen Signalen und deren zum Zeitpunkt  $t_x$  relativen Empfangszeitpunkten  $t_{empf\_rel} = t_{empf} - t_x$  gebildet und aufintegriert.

Um zu vermeiden, dass Antwortsignale zu vorangehenden Sendepulsen in den Bereich des Fensters  $F_1$  gelangen und die Messung verfälschen, wird vorzugsweise bereits vor dem Zeitpunkt  $t_x$  (z.B. zu den Zeitpunkten  $t_x - T_p; t_x - 2T_p$ ) mindestens ein weiterer Sendepuls nicht ausgesendet.

Bei zwei oder mehreren parallel geführten Geleisen besteht ferner das Problem, dass Antwortsigna-

le von der Station ST+ nicht nur zu der Station ST gelangen, die den Abfragepuls ausgesendet hat, sondern auch zu Stationen, die sich auf Nachbargeleisen befinden. Antwortsignale, die von einer Station ST empfangen werden, die nicht selbst diese Antwortsignale abgefragt bzw. ausgelöst hat, führen dabei zu Fehlinformationen, die unter allen Umständen zu vermeiden sind. In Fig. 5 ist eine Situation dargestellt, bei der zwei auf parallelen Geleisen TR1, TR2 geführte Züge ZK1, ZK2 nahe beieinander vorbeifahren. Beim ersten Geleise TR1 ist ferner eine (Antwort-)Station ST+ vorgesehen, die von einer im Zug ZK1 vorgesehenen ersten Station ST mit Abfragepulsen beaufschlagt wird. Antwortsignale werden von der Station ST+ zur ersten Station ST reflektiert, gelangen jedoch in störendem Masse oft auch zu einer im Zug ZK2 vorgesehenen zweiten Station ST, da die Streckendämpfung zwischen den beiden Geleisen TR1 und TR2 nicht genügend hoch ist. Diese Probleme könnten vermieden werden, indem (Antwort-)Stationen ST+ nur an Stellen mit genügend grossem Abstand zwischen den Geleisen vorgesehen werden. Oft werden Geleise jedoch über längere Strecken nahe beieinander geführt. Ferner müssen insbesondere an Verkehrsknotenpunkten (Abfrage-)Stationen ST+ vermehrt eingesetzt werden. Erfindungsgemäss wird daher jeder Abfrageimpuls oder jede Sequenz von Abfrageimpulsen derart mit einer für jeden Zug ZK bzw. für jede (Abfrage-)Station ST individuellen Modulation versehen. Z.B. könnte die Modulation von der Seriennummer der Lokomotive oder einem weiteren individuell verschiedenen Kodewort abgeleitet werden. Durch die Korrelation der von der Station ST+ reflektierten Antwortsignale mit diesem Kodewort kann in der ersten oder zweiten Station ST daher leicht festgestellt werden, ob die empfangenen Signale zu den eigenen Abfragesignalen korrespondieren und weiterverarbeitet oder unterdrückt werden sollen. Grundsätzlich können die von den Stationen ST abgegebenen Abfrageimpulse amplituden-, frequenz- oder phasenmoduliert werden. Bevorzugt angewendet wird die Amplitudenmodulation einer Sequenz von Abfrageimpulsen. Dabei werden innerhalb der Impulssequenz ein oder mehrere Abfrageimpulse bezüglich deren Amplitude verändert oder vollständig ausgelassen. Falls die empfangenen Signale nicht mit den Abfrageimpulsen bzw. dem entsprechenden Kodewort korrelieren, stammen diese Signale von einer fremden (Antwort-)Station ST+, die an einem z.B. parallel geführten Geleise vorgesehen ist und die Abfrageimpulse einer weiteren (Abfrage-)Station ST reflektiert. Diese nicht korrelierenden Fremdsignale werden daher, in dem in Fig. 5 dargestellten Fall in der zweiten im Zug ZK vorgesehenen Station ST nicht weiter verarbeitet. Zu erwähnen ist ferner, dass durch Abfrageimpulse, die vom Zug ZK2 zu der am Geleise TR1 vorgesehenen (Antwort-)Station ST+ gelangen, nur Antwortsignale von geringer Grösse ausgelöst werden, die den vorzugsweise in der Empfangsstation des Zuges ZK2 gesetzten Schwellwert nie überschreiten (doppelte Streckendämpfung) und daher unterdrückt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermeidung gegenseitiger Störungen von zwei oder mehreren Sende- und Empfangsstationen (ST), von denen jede mit zeitlichen Abständen  $T_p$  periodisch Abfrageimpulse an eine weitere jeder Station (ST) zugeordnete Sende- und Empfangsstation (ST+) aussendet, dadurch gekennzeichnet, dass jede Station (ST) nach einer Anzahl Sendepulsen wenigstens einen für einen Zeitpunkt  $t_x$  vorgesehenen Sendepuls ausfallen lässt, in mindestens einem ersten vor dem Zeitpunkt  $t_x$  gelegenen Zeitfenster (F1) und in mindestens einem zweiten nach dem Zeitpunkt  $t_x$  gelegenen Zeitfenster (F2) alle empfangenen Signale aufintegriert, miteinander vergleicht und die Abgabe der weiteren für die Zeitpunkte  $t_x + n \times T_p$  vorgesehenen Sendepulse in die Richtung zeitlich verschiebt, die von dem Intervall bestimmt wird, in dem das grössere Signal ermittelt wurde.
2. Verfahren nach Anspruch 1, zur Vermeidung gegenseitiger Störungen von zwei oder mehreren Sende- und Empfangsstationen (ST), von denen jede Abfrageimpulse an eine weitere jeder Station (ST) zugeordnete Sende- und Empfangsstation (ST+) aussendet, dadurch gekennzeichnet, dass jede Station (ST) Abfrageimpulse oder Sequenzen von Abfrageimpulsen individuell verschieden moduliert und die empfangenen Signale mit den gesendeten Abfrageimpulsen entsprechend korreliert und nur die korrelierenden Signale weiterverarbeitet.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die von jeder Sendestation (ST) individuell verschieden vorgesehene Modulation entsprechend einem Kodewort gewählt wird, das jeder Station (ST) zugeordnet wird und das sich von den weiteren, den anderen Stationen (ST) zugeordneten Kodewörtern unterscheidet und dass die empfangenen Signale mit diesem Kodewort korreliert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kodewort die Seriennummer eines Bestandteils eines Zuges (ZK), vorzugsweise die Seriennummer der Lokomotive, des Zuges (ZK) ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abfrageimpulse oder Sequenzen von Abfrageimpulsen von jeder Station (ST) amplituden-, frequenz- oder phasenmoduliert werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die empfangenen Signale in den Stationen (ST) nur weiterverarbeitet werden, falls sie einen festgelegten Schwellwert überschreiten.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mass der zeitlichen Verschiebung entsprechend der Ablage vom Zeitpunkt  $t_x$  des Schwerpunktes der in einem Zeitfenster (F1, F2) auftretenden Signale gewählt wird, welche Ablage vorzugsweise durch Aufintegration der aus den empfangenen Signalen und deren relativen Empfangszeitpunkten  $t_{\text{empf\_rel}} = t_{\text{empf}} - t_x$  gebildeten Momenten ermittelt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für das

erste Zeitfenster (F1) das Zeitintervall  $](tx - T_p/2), tx[$  und für das zweite Zeitfenster (F2) das Zeitintervall  $]tx, (tx + T_p/2)[$  gewählt wird.

9. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Sende- und Empfangsstation (ST) ein Integrator (INT) vorgesehen ist, dessen Signaleingang mit dem Ausgang der Empfangsstufe und dessen Steuereingang sowie Signalausgang mit einem Prozessor (PROC) verbunden ist, der zur Steuerung der Abgabe der Sendeimpulse mit der Sendestufe verbunden ist. 5  
10

10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Sende- und Empfangsstation (ST) eine Modulationsstufe vorgesehen ist, durch die die abgegebenen Abfrageimpulse oder Abfrageimpulssequenzen entsprechend einem Kodewort modulierbar sind und dass die vorzugsweise mit einer Schwellwertschaltung versehene Empfangsstufe derart ausgestaltet ist, dass die empfangenen Signale mit dem Kodewort korrelierbar sind. 15  
20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

Fig. 1

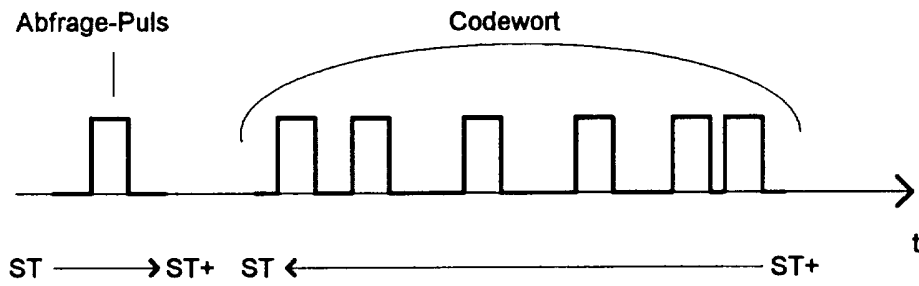


Fig. 2

