



(11)

EP 3 587 214 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.01.2020 Patentblatt 2020/01

(51) Int Cl.:
B61L 3/12 (2006.01) B61L 27/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19174427.5**

(22) Anmeldetag: **14.05.2019**

(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

(72) Erfinder:
• **KLÖTERS, Georg**
41751 Viersen (DE)
• **GRANSCH, Marcell**
52538 Gangelt (DE)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **29.06.2018 DE 102018115759**

(71) Anmelder: **Scheidt & Bachmann GmbH**
41238 Mönchengladbach (DE)

(54) **BALISENSTEUERUNGSVORRICHTUNG**

(57) Die Anmeldung betrifft eine Balisensteuerungsvorrichtung (202, 302, 402) zum Steuern mindestens einer Balise (404, 405), umfassend: eine erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550), eingerichtet zum Generieren eines ersten Datensignals (236, 336, 436, 536), basierend auf einem bereitgestellten ersten Signalbegriff (232, 332, 432, 532), eine zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452), eingerichtet zum Generieren eines weiteren ersten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten ersten Signalbegriff (232, 332, 432, 532), wobei die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) einen zweiten Vergleich (264, 364, 464) umfasst, eingerichtet zum Vergleichen des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) gene-

rierten weiteren ersten Datensignals und des von der ersten Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) generierten ersten Datensignals (236, 336, 436, 536) in einem zweiten Vergleichsschritt, wobei die erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) zum Ausgeben des generierten ersten Datensignals (236, 336, 436, 536) an eine erste Steuersignalerzeugungseinrichtung (266, 366, 466) eingerichtet ist, und wobei die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) zum Ausgeben eines zweiten Trägersignals (240, 340, 440) an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung (266, 366, 466) eingerichtet ist, wobei die Ausgabe des zweiten Trägersignals (240, 340, 440) von dem Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts abhängt.

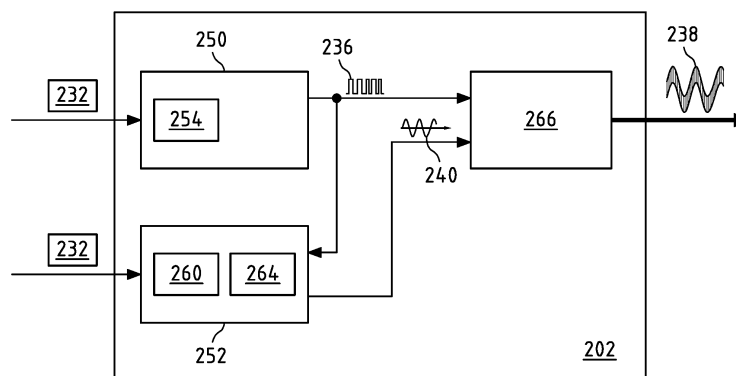


Fig.2

Beschreibung

[0001] Die Anmeldung betrifft eine Balisensteuervorrichtung zum Steuern mindestens einer Balise, umfassend eine erste Verarbeitungseinrichtung, eingerichtet zum Generieren eines ersten Datensignals, basierend auf einem bereitgestellten ersten Signalbegriff, und eine zweite Verarbeitungseinrichtung, eingerichtet zum Generieren eines weiteren ersten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten ersten Signalbegriff. Darüber hinaus betrifft die Anmeldung ein System mit einer Balisensteuervorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben einer Balisensteuervorrichtung.

[0002] Zur Beeinflussung von Fahrzeugen, insbesondere von schienenbasierten Fahrzeugen, ist es bekannt, Balisen einzusetzen. Unter einer Balise ist anmeldungsgemäß ein Sender zu verstehen, der Daten an ein Fahrzeug sendet, das die Balise passiert. Insbesondere kann eine Balise ein in oder an einem Gleisbett angeordneter Sender sein, der an darüber hinweg oder vorbei fahrende Schienenfahrzeuge Daten sendet.

[0003] In dem Konzept des European Train Control System (ETCS; Europäisches Zugbeeinflussungssystem) ist vorgesehen, dass eine Balise zumindest teilweise die Beeinflussung eines Schienenfahrzeugs übernimmt. Die von einer Balise ausgesendeten Daten können zumindest teilweise durch mindestens eine Anzeigenvorrichtung des Schienenfahrzeugs dem Fahrer angezeigt werden und/oder zumindest teilweise automatisch von einer Steuervorrichtung des Schienenfahrzeugs verarbeitet und zur Steuerung des Schienenfahrzeugs (z.B. zum automatischen Bremsen, Beschleunigen etc.) verwendet werden.

[0004] Grundsätzlich kann zwischen zwei unterschiedlichen Arten von Balisen unterschieden werden: Festdaten-Balisen und Transparentdaten-Balisen.

[0005] Unter einer Festdaten-Balise (auch statische Balise genannt) ist eine Balise mit unverändertem Dateninhalt zu verstehen. Der unveränderliche Dateninhalt ist in der Festdaten-Balise gespeichert. Zum Auslesen der Daten kann die Festdaten-Balise insbesondere durch das Schienenfahrzeug bzw. durch eine an dem Schienenfahrzeug angeordneten Lesevorrichtung mit Energie versorgt werden. Die Funktionsweise einer Festdaten-Balise ähnelt daher einer kontaktlosen Transponderkarte. Eine derartige Balise weist keine Verbindung zu einem Datennetz auf und besitzt auch keine eigene Stromversorgung. Als Dateninhalt kann insbesondere der Abstand zur nächsten Balise gespeichert sein. Ein Schienenfahrzeug, das diese Informationen von der Balise erhält, wird einen Nothalt einleiten, wenn es nicht innerhalb des erhaltenen Abstands (ggf. mit einer bestimmten Toleranz) die nächste Balise detektiert. Beispielhafte und nicht abschließende weitere Daten einer Festdaten-Balise können Ortsangaben, Angaben zur Streckenbeschaffenheit des nachfolgenden Streckenabschnitts und Geschwindigkeitssollwerte und/oder -grenzwerte sein.

[0006] Unter einer Transparentdaten-Balise ist anmeldungsgemäß eine Balise mit einem veränderlichen Dateninhalt zu verstehen. Mit anderen Worten ist eine derartige Balise eingerichtet, variable Daten, beispielsweise veränderliche Betriebssituationen (Angaben zur aktuellen Streckenbeschaffenheit des nachfolgenden Streckenabschnitts und/oder aktuelle Geschwindigkeitssollwerte und/oder -grenzwerte), an ein schienengebundenes Fahrzeug auszusenden. Um variable Daten zu erhalten, ist eine Transparentdaten-Balise daher mit einem Datennetz verbunden.

[0007] Der veränderliche Dateninhalt wird in Form eines sogenannten Balisentelegramms von einer (schiennahen) Balisensteuervorrichtung (auch Balise Control Unit (BCU) genannt) an die Balise übertragen. Die Balisensteuervorrichtung wiederum erhält den Dateninhalt in Form eines Signalbegriffs von einer (entfernt angeordneten) Datenquelle. Beispielsweise kann der Signalbegriff von einem elektronischen Stellwerk über ein Datennetz (z.B. CAN-Bus-Netzwerk) an die Balisensteuervorrichtung übertragen werden. Hierdurch können der Balise veränderliche und insbesondere stets aktuelle Daten übermittelt werden, um diese an die Fahrzeuge zu übertragen, die die Balise passieren.

[0008] Die Energieversorgung der Transparentdaten-Balise erfolgt in der Regel kabelgebunden. Insbesondere kann über ein Kabel eine Sinusspannung (z.B. 22V, 8,82 kHz) von der Balisensteuervorrichtung übertragen werden. Diese Sinusspannung wird vorzugsweise gleichzeitig als Trägersignal für die Daten verwendet, die an die Balise übertragen werden sollen. Insbesondere kann auf die Sinusspannung ein manchester-codiertes Datensignal (z.B. 16 V mit 564,48 kbit/s) aufaddiert bzw. aufmoduliert sein. Mit anderen Worten versorgt die Balisensteuervorrichtung die Balise mit Energie (Sinussignal) und Daten (Manchester-Signal) in Form eines Balisentelegramms.

[0009] Da eine Balise insbesondere für die Steuerung eines Schienenfahrzeugs eingesetzt wird, werden hohe Sicherheitsanforderungen an ein solches System gestellt. So muss sichergestellt sein, dass stets die korrekten Daten von der Balisensteuervorrichtung an eine Balise übertragen werden. Hierzu ist eine Balisensteuervorrichtung zweikanalig ausgeführt, so dass die Datenverarbeitung in der Balisensteuervorrichtung der sogenannten Sicherheitsstufe 4 (Safety-Integrity-Level SIL 4) entspricht.

[0010] Unter einer zweikanaligen Ausführung ist zu verstehen, dass zwei separate Verarbeitungseinrichtungen vorgesehen sind, die jeweils über geeignete Rechenmittel, Speichermittel etc. verfügen. Aus dem Stand der Technik ist es insbesondere bekannt, die zweikanalige Ausführung dadurch umzusetzen, dass das Balisentelegramm, insbesondere das Datensignal des Balisentelegramms, auf zwei (separaten) Hardware-Plattformen berechnet wird. Nur wenn das Ergebnis der Berechnung auf den beiden Plattformen gleich ist, wird das Balisentelegramm als gültiges Signal an die Balise übertragen.

Wenn die beiden Berechnungen der Datensignale aus dem gleichen Signalbegriff nicht zum gleichen Ergebnis führen, unterbricht die Balisensteuervorrichtung die Spannungsversorgung der Balise, und die Balise nimmt einen sicheren Betriebszustand an.

[0011] Nachfolgend wird ein konventionelles System 100 mit einer aus dem Stand der Technik bekannten Balisensteuervorrichtung 102 mit Hilfe der Figur 1 näher beschrieben.

[0012] Das System 100 umfasst eine Datenquelle 106, eine Balisensteuervorrichtung 102 und eine der Balisensteuervorrichtung 102 fest zugeordnete Balise 104. Die Balisensteuervorrichtung 102 umfasst zwei Verarbeitungseinrichtungen 108, 110 in Form von Mikroprozessoren 108, 110, zwei Vergleicher 112, 114, eine Abschalteinrichtung 116, ein UND-Glied 124, eine Steuersignalerzeugungseinrichtung 126 in Form eines Addierers 126, einen Verstärker 128 und einen Sinussignalgenerator 130.

[0013] Die Datenquelle 106 stellt die an die Balise 104 auszusendenden Daten in Form eines (schematisch dargestellten) Signalbegriffs 132 bereit. Der gleiche Signalbegriff 132 wird der ersten Verarbeitungseinrichtung 108 und der zweiten Verarbeitungseinrichtung 110 bereitgestellt. Aus dem bereitgestellten Signalbegriff 132 generiert die jeweilige Verarbeitungseinrichtung 108, 110 jeweils ein Datensignal 136 bzw. einen Datenstrom 136. Das Datensignal 136 kann insbesondere ein manchester-codiertes Datensignal 136 sein.

[0014] Um sicherzustellen, dass die korrekten Daten für die Balise 104 erzeugt werden, ist jeder Mikroprozessor 108, 110 eingerichtet, das jeweils erzeugte Datensignal 136 sowohl an den ersten Vergleicher 112 als auch an den zweiten Vergleicher 114 weiterzuleiten. Ein Vergleicher 112, 114 bzw. eine Vergleichslogikschaltung 112, 114 vergleicht die beiden erhaltenen Datensignale 136 miteinander. Das Vergleichsergebnis (yes = Datensignale sind identisch; no (nicht dargestellt) = Datensignale sind nicht identisch) wird von jedem Vergleicher 112, 114 jeweils an das UND-Glied 118 der Abschalteinrichtung 116 weitergeleitet. Nur wenn beide Vergleichsergebnisse positiv sind (d.h. yes ausgegeben wird), werden die Schalter 120 und 122 der Abschalteinrichtung 116 geschlossen. Durch Schließen der Schalter 120, 122 können die jeweiligen Datensignale 136 an das UND-Glied 124 weitergeleitet werden.

[0015] Das resultierende Datensignal 136 wird an die Steuersignalerzeugungseinrichtung 126 ausgegeben. Die Steuersignalerzeugungseinrichtung 126 erzeugt aus dem Datensignal 136 und dem bereitgestellten Sinussignal 140 durch Addieren bzw. Aufmodulieren des Datensignals 136 auf das Sinussignal 140 das Balisentelegramm 138. Vor einer Aussendung des Balisentelegramms 138 kann dieses Signal 138 noch durch einen Verstärker 128 verstärkt werden. Dann wird das Balisentelegramm 138 über eine Datenleitung an die Balise 104 übertragen.

[0016] Wie aus den vorherigen Ausführungen zu er-

kennen ist, sind der Aufbau und die Funktionsweise einer bekannten Balisensteuervorrichtung 102 aufwendig und komplex.

[0017] So umfasst die Abschalteinrichtung 116 für die Erfüllung der Erfordernisse der Zweikanaligkeit zwei Schalter 120, 122, um sicherzustellen, dass zumindest ein Schalter 120, 122 bei einem negativen Vergleichsergebnis geöffnet ist. Hinzu kommt bei derartigen Abschalteinrichtungen 116, dass regelmäßig ein Funktionstest durchzuführen ist, um die korrekte Funktionsweise der Abschalteinrichtung 116 zu überprüfen. Beispielsweise ist es nicht sicher, dass ein Schalter 120, 122, der mit dem Befehl "Öffnen" angesteuert wird, wirklich öffnet. So kann bei der vorliegenden Abschalteinrichtung 116 die gewünschte Trennung nur durch einen der beiden Schalter 120, 122 erfolgt sein, während der andere Schalter 120, 122 defekt ist und daher geschlossen sein kann.

[0018] Um diesen Zustand zu detektieren, ist es erforderlich, regelmäßig einen Funktionstest beider Schalter 120, 122 durchzuführen. Dazu wird, bei geschlossenem erstem Schalter 120, der weitere Schalter 122 geöffnet und verifiziert, dass kein Signal an seinem Ausgang ankommt. Der Test wird bei geschlossenem Schalter 122 und geöffnetem Schalter 120 wiederholt. Diese Tests erfordern es, dass zwei (nicht gezeigte) Messgeräte verwendet werden.

[0019] Somit sind der Aufbau und der Betrieb einer bekannten Balisensteuervorrichtung aufwendig und komplex.

[0020] Der Anmeldung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Balisensteuervorrichtung zur Verfügung zu stellen, die der sogenannten Sicherheitsstufe 4 entspricht sowie einen weniger komplexen Aufbau aufweist und insbesondere in einfacherer Weise betreibbar ist.

[0021] Die Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt der Anmeldung durch eine Balisensteuervorrichtung zum Steuern mindestens einer Balise nach Anspruch 1 gelöst. Die Balisensteuervorrichtung umfasst eine erste Verarbeitungseinrichtung. Die erste Verarbeitungseinrichtung ist eingerichtet zum Generieren eines ersten Datensignals, basierend auf einem bereitgestellten ersten Signalbegriff. Die Balisensteuervorrichtung umfasst eine zweite Verarbeitungseinrichtung. Die zweite Verarbeitungseinrichtung ist eingerichtet zum Generieren eines weiteren ersten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten ersten Signalbegriff. Die zweite Verarbeitungseinrichtung umfasst einen zweiten Vergleicher. Der zweite Vergleicher ist eingerichtet zum Vergleichen des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generierten weiteren ersten Datensignals und des von der ersten Verarbeitungseinrichtung generierten ersten Datensignals in einem zweiten Vergleichsschritt. Die erste Verarbeitungseinrichtung ist eingerichtet zum Ausgeben des generierten ersten Datensignals an eine erste Steuersignalerzeugungseinrichtung. Die zweite Verarbeitungseinrichtung ist eingerichtet zum Ausgeben eines zweiten Trägersignals an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung. Die Ausgabe des zweiten Trägersig-

nals hängt von dem Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts ab.

[0022] Im Gegensatz zum Stand der Technik wird anmeldungsgemäß eine Balisensteuervorrichtung bereitgestellt, die der Sicherheitsstufe 4 entspricht und einen weniger komplexen Aufbau aufweist und insbesondere in einfacherer Weise betreibbar ist. Dies wird dadurch erreicht, dass eine der zwei Verarbeitungseinrichtungen zusätzlich eingerichtet ist, die mindestens eine Vergleichsoperation durchzuführen und ein Trägersignal abhängig von dem Vergleichsergebnis auszugeben. Hierdurch wird ein zweikanaliger Betrieb einer Balisensteuervorrichtung ohne eine komplexe Abschalteneinrichtung ermöglicht.

[0023] Die anmeldungsgemäße Balisensteuervorrichtung umfasst für einen zweikanaligen Betrieb eine erste Verarbeitungseinrichtung und eine zweite Verarbeitungseinrichtung. Im Betrieb der Balisensteuervorrichtung wird jeder Verarbeitungseinrichtung mindestens ein erster Signalbegriff bereitgestellt. Einem ersten Signalbegriff ist ein Dateninhalt zugeordnet, der von einer ersten Balise als Balisentelegramm ausgesendet werden soll. Bei der anzusteuernenden Balise handelt es sich insbesondere um eine Transparentdaten-Balise, die der Balisensteuervorrichtung insbesondere fest zugeordnet ist.

[0024] Die erste Verarbeitungseinrichtung und die zweite Verarbeitungseinrichtung umfassen jeweils geeignete Rechenmittel, um aus dem bereitgestellten ersten (digitalen) Signalbegriff ein erstes Datensignal bzw. einen ersten Datenstrom zu generieren. Das erste Datensignal ist insbesondere derart gebildet, dass es mittels eines zweiten Trägersignals an die erste Balise übertragen werden kann. Vorzugsweise kann das erste Datensignal ein manchester-codiertes Datensignal sein (z.B. 16 V mit 564,48 kbit/s). Zur Generierung, insbesondere zur Berechnung, des ersten Datensignals und des weiteren ersten Datensignals können in der ersten Verarbeitungseinrichtung und in der zweiten Verarbeitungseinrichtung jeweils (gleiche) Generierungsregeln (z.B. mindestens eine Umsetzungstabelle bzw. Look-Up-Tabelle oder dergleichen) gespeichert sein.

[0025] Zumindest die zweite Verarbeitungseinrichtung umfasst einen zweiten Vergleichser bzw. eine zweite Vergleichslogik. Der zweite Vergleichser ist eingerichtet, die zwei generierten ersten Datensignale miteinander zu vergleichen. Insbesondere stellt die erste Verarbeitungseinrichtung das durch die erste Verarbeitungseinrichtung generierte erste Datensignal der zweiten Verarbeitungseinrichtung über eine Kommunikationsverbindung zwischen den Verarbeitungseinrichtungen zur Verfügung. Der zweite Vergleichser führt in einem zweiten Vergleichsschritt einen Vergleich durch zwischen diesem bereitgestellten ersten Datensignal und dem weiteren ersten Datensignal, das von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generiert wurde.

[0026] Die erste Verarbeitungseinrichtung ist ferner eingerichtet, das von der ersten Verarbeitungseinrich-

tung erzeugte erste Datensignal an eine erste Steuersignalerzeugungseinrichtung auszugeben bzw. weiterzuleiten. Die zweite Verarbeitungseinrichtung ist eingerichtet, ein zweites Trägersignal an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung auszugeben bzw. weiterzuleiten. Ein Trägersignal kann insbesondere ein sinusförmiges Signal sein, wie eine Sinusspannung (z.B. 22V; 8,82 kHz). Eine anmeldungsgemäße Steuersignalerzeugungseinrichtung (z.B. ein Addierer) ist insbesondere eingerichtet, ein erhaltenes Datensignal auf ein erhaltenes Trägersignal aufzuschalten bzw. aufzumodulieren.

[0027] Anmeldungsgemäß ist vorgesehen, dass das zweite Trägersignal an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts ausgegeben wird. Hierunter ist gemäß der vorliegenden Anmeldung insbesondere zu verstehen, dass eine Ausgabe des zweiten Trägersignals nur bei einem positiven zweiten Vergleichsergebnis erfolgt.

[0028] Bei einem negativen Vergleichsergebnis kann durch die zweite Verarbeitungseinrichtung ein Ausgeben des zweiten Trägersignals verhindert werden. Dies hat zur Folge, dass eine Ansteuerung der Balise unterbleibt und diese z.B. einen sicheren Betriebszustand einnimmt.

[0029] Unter einem positiven Vergleichsergebnis ist vorliegend insbesondere zu verstehen, dass ein Datensignal, welches durch die erste Verarbeitungseinrichtung, basierend auf einem bestimmten Signalbegriff, generiert wurde, gleich einem Datensignal ist, welches durch die zweite Verarbeitungseinrichtung, basierend auf dem gleichen bestimmten Signalbegriff, generiert wurde. Hierdurch kann ein zweikanaliger Betrieb sichergestellt werden.

[0030] Gemäß einer ersten und besonders bevorzugten Ausführungsform einer anmeldungsgemäßen Balisensteuervorrichtung kann die zweite Verarbeitungseinrichtung eingerichtet sein zum Generieren eines zweiten Datensignals, basierend auf einem bereitgestellten zweiten Signalbegriff. Die erste Verarbeitungseinrichtung kann eingerichtet sein zum Generieren eines weiteren zweiten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten zweiten Signalbegriff. Die erste Verarbeitungseinrichtung kann einen ersten Vergleichser umfassen. Der erste Vergleichser kann eingerichtet sein zum Vergleichen des von der ersten Verarbeitungseinrichtung generierten weiteren zweiten Datensignals und des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generierten zweiten Datensignals in einem ersten Vergleichsschritt. Die zweite Verarbeitungseinrichtung kann eingerichtet sein zum Ausgeben des generierten zweiten Datensignals an eine zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung. Die erste Verarbeitungseinrichtung kann eingerichtet sein zum Ausgeben eines ersten Trägersignals an die zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung. Die Ausgabe des ersten Trägersignals kann von dem Vergleichsergebnis des ersten Vergleichsschritts abhängen.

[0031] Anmeldungsgemäß ist insbesondere erkannt worden, dass ein besonders effizienter Betrieb einer Ba-

lisensteuerungsvorrichtung erzielt werden kann, wenn die für einen zweikanaligen Betrieb erforderlichen Hardwarekomponenten, insbesondere die zwei Verarbeitungseinrichtungen, zur Ansteuerung von zwei Balisen verwendet werden. Vorzugsweise kann die Balisensteuerungsvorrichtung zur (zumindest teilweisen) parallelen Verarbeitung eines ersten und eines zweiten Signalbegriffs für eine erste und eine zweite anzusteuern Balise eingerichtet sein. Jede Verarbeitungseinrichtung kann, z.B. basierend auf gespeicherten Generierungsregeln, (zumindest teilweise) parallel aus einem ersten Signalbegriff ein erstes Datensignal und aus einem zweiten Signalbegriff ein zweites Datensignal generieren. Ebenso kann jede Verarbeitungseinrichtung jeweils einen Vergleichsergebnis aufweisen, um den oben beschriebenen ersten bzw. zweiten Vergleichsschritt durchzuführen. Abhängig von dem Vergleichsergebnis kann jede Verarbeitungseinrichtung ein Trägersignal ausgeben (oder nicht ausgeben). Wie bereits beschrieben wurde, ist hierunter insbesondere zu verstehen, dass nur bei einem positiven Vergleichsergebnis (d.h. wenn die jeweiligen Datensignale gleich sind) ein Trägersignal ausgeben wird.

[0032] Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform kann die Balisensteuerungsvorrichtung wie folgt gebildet sein: Die Balisensteuerungsvorrichtung umfasst eine erste Verarbeitungseinrichtung. Die erste Verarbeitungseinrichtung ist zum Generieren eines ersten Datensignals, basierend auf einem bereitgestellten ersten Signalbegriff, und zum Generieren eines weiteren zweiten Datensignals, basierend auf einem bereitgestellten zweiten Signalbegriff, eingerichtet. Die Balisensteuerungsvorrichtung umfasst eine zweite Verarbeitungseinrichtung. Die zweite Verarbeitungseinrichtung ist zum Generieren eines zweiten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten zweiten Signalbegriff, und zum Generieren eines weiteren ersten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten ersten Signalbegriff, eingerichtet. Die erste Verarbeitungseinrichtung umfasst einen ersten Vergleichser. Der erste Vergleichser ist zum Vergleichen des von der ersten Verarbeitungseinrichtung generierten weiteren zweiten Datensignals und des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generierten zweiten Datensignals in einem ersten Vergleichsschritt eingerichtet. Die zweite Verarbeitungseinrichtung umfasst einen zweiten Vergleichser. Der zweite Vergleichser ist zum Vergleichen des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generierten weiteren ersten Datensignals und des von der ersten Verarbeitungseinrichtung generierten ersten Datensignals in einem zweiten Vergleichsschritt eingerichtet. Die erste Verarbeitungseinrichtung ist zum Ausgeben des generierten ersten Datensignals an eine erste Steuersignalerzeugungseinrichtung und zum Ausgeben eines ersten Trägersignals an eine zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung eingerichtet. Die Ausgabe des ersten Trägersignals hängt von dem Vergleichsergebnis des ersten Vergleichsschritts ab. Die zweite Verarbeitungseinrichtung ist zum Ausgeben des generierten zweiten Datensignals an die zweite Steuersignalerzeugungsein-

richtung und zum Ausgeben eines zweiten Trägersignals an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung eingerichtet. Die Ausgabe des zweiten Trägersignals hängt von dem Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts ab.

[0033] Wie bereits beschrieben wurde, kann eine Steuersignalerzeugungseinrichtung zur Generierung eines Balisentelegramms eingerichtet sein, indem ein erhaltenes Datensignal auf ein erhaltenes Trägersignal aufaddiert bzw. aufmoduliert wird. Beispielsweise kann eine Addierer-Schaltung als Steuersignalerzeugungseinrichtung vorgesehen sein. Vorzugsweise kann die Balisensteuerungsvorrichtung die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung umfassen. Insbesondere kann die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung in der Balisensteuerungsvorrichtung integriert sein. Die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung kann eingerichtet sein zum Erzeugen eines ersten Balisentelegramms, basierend auf dem ersten Datensignal und dem zweiten Trägersignal. Alternativ oder (bevorzugt) zusätzlich kann die Balisensteuerungsvorrichtung die zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung umfassen. Insbesondere kann die zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung in der Balisensteuerungsvorrichtung integriert sein. Die zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung kann eingerichtet sein zum Erzeugen eines zweiten Balisentelegramms, basierend auf dem zweiten Datensignal und dem ersten Trägersignal. Indem vorzugsweise beide Steuersignalerzeugungseinrichtungen in der Balisensteuerungsvorrichtung integriert sind, kann eine kompakte Balisensteuerschaltung bereitgestellt werden.

[0034] Zum Erhalten eines besonders zuverlässigen Vergleichsergebnis kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der anmeldungsgemäßen Balisensteuerungsvorrichtung der erste Vergleichser eingerichtet sein zum bitweisen Vergleichen des von der ersten Verarbeitungseinrichtung generierten weiteren zweiten Datensignals und des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generierten zweiten Datensignals. Alternativ oder (bevorzugt) zusätzlich kann der zweite Vergleichser eingerichtet sein zum bitweisen Vergleichen des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generierten weiteren ersten Datensignals und des von der ersten Verarbeitungseinrichtung generierten ersten Datensignals. Indem die jeweiligen Bits zweier Datensignale miteinander verglichen werden, kann auch eine Abweichung in nur einem Bit zuverlässig erkannt werden. Insbesondere kann ein Vergleichsschritt sequentiell (bit-für-bit) und in Echtzeit durchgeführt werden. Dies ermöglicht es, dass das Ausgeben eines Trägersignals unmittelbar unterbrochen werden kann, sobald eine Abweichung zwischen zwei Bits detektiert wird, also ein negatives Vergleichsergebnis vorliegt. Mit anderen Worten kann das Trägersignal von einer Verarbeitungseinrichtung (nur) so lange ausgegeben werden, wie das Vergleichsergebnis positiv ist/bleibt.

[0035] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der anmeldungsgemäßen Balisensteuerungsvorrich-

tung kann die erste Verarbeitungseinrichtung einen ersten Trägersignalgenerator umfassen. Der erste Trägersignalgenerator kann eingerichtet sein zum Erzeugen des ersten Trägersignals. Insbesondere kann der erste Trägersignalgenerator ein Sinusgenerator sein, um als erstes Trägersignal ein Sinussignal, insbesondere eine Sinusspannung, zu generieren. Alternativ oder (bevorzugt) zusätzlich kann die zweite Verarbeitungseinrichtung einen zweiten Trägersignalgenerator umfassen. Der zweite Trägersignalgenerator kann eingerichtet sein zum Erzeugen des zweiten Trägersignals. Insbesondere kann der zweite Trägersignalgenerator ein Sinusgenerator sein, um als zweites Trägersignal ein Sinussignal, insbesondere eine Sinusspannung, zu generieren. Ein derartiges Trägersignal kann zusätzlich zur Energieversorgung der entsprechenden Balise verwendet werden.

[0036] Vorzugsweise kann der erste Trägersignalgenerator eingerichtet sein zum Ausgeben des ersten Trägersignals nur bei einem positiven Vergleichsergebnis (d.h. die verglichenen zweiten Datensignale sind gleich) des ersten Vergleichsschritts. Alternativ oder (bevorzugt) zusätzlich kann der zweite Trägersignalgenerator eingerichtet sein zum Ausgeben des zweiten Trägersignals nur bei einem positiven Vergleichsergebnis (d.h. die verglichenen ersten Datensignale sind gleich) des zweiten Vergleichsschritts. Insbesondere kann der jeweilige Trägersignalgenerator mit dem jeweiligen Vergleichsergebnis kommunikativ verbunden sein, derart, dass zumindest bei Detektion eines negativen Vergleichsergebnisses das Generieren und/oder Ausgeben des jeweiligen Trägersignals (unmittelbar) unterbrochen bzw. gestoppt wird.

[0037] Da der Vergleich der Datensignale vorzugsweise bit-für-bit geschieht, kann ein negatives Vergleichsergebnis auch davon verursacht sein, dass die Verarbeitungsvorrichtungen nicht synchron arbeiten oder die Synchronität der Verarbeitungsvorrichtungen durch eine Störung verloren gegangen ist. Gemäß einer anmeldungsgemäßen Ausführungsform kann daher bei einem negativen Vergleichsergebnis das weiter unten beschriebene Handshake-Verfahren zur Synchronisierung durchgeführt werden und danach ein erneuter, zuvor beschriebener Vergleichsschritt durchgeführt werden. Bei einem positiven Vergleichsergebnis kann das Ausgeben des Trägersignals wieder gestartet werden. Bevorzugt kann die Balisensteuervorrichtung außer Betrieb genommen werden, wenn insbesondere nach mehreren, bspw. 10, Synchronisierungsversuchen kein positives Vergleichsergebnis erzielt wurde.

[0038] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Balisensteuervorrichtung können die erste Verarbeitungseinrichtung und die zweite Verarbeitungseinrichtung miteinander synchronisiert sein. Durch eine zeitliche Synchronisierung der Verarbeitungseinrichtungen kann sichergestellt werden, dass in einem Vergleichsschritt die jeweils zueinander korrespondierenden Bits der Datensignale verglichen werden. Zur Synchronisierung kann insbesondere bei Initialisierung der Balisensteuervorrichtung und/oder bei Wechsel

des Signalbegriffs und/oder bei einem negativen Vergleichsergebnis ein erstes Request-Signal der ersten Verarbeitungseinrichtung von der ersten Verarbeitungseinrichtung an die zweite Verarbeitungseinrichtung übertragen werden. Zusätzlich kann zur Synchronisierung insbesondere ein zweites Acknowledgement-Signal der zweiten Verarbeitungseinrichtung von der zweiten Verarbeitungseinrichtung an die erste Verarbeitungseinrichtung übertragen werden. Alternativ oder zusätzlich kann ein zweites Request-Signal der zweiten Verarbeitungseinrichtung von der zweiten Verarbeitungseinrichtung an die erste Verarbeitungseinrichtung übertragen werden. Zusätzlich kann zur Synchronisierung insbesondere ein erstes Acknowledgement-Signal der ersten Verarbeitungseinrichtung von der ersten Verarbeitungseinrichtung an die zweite Verarbeitungseinrichtung übertragen werden.

[0039] Ferner ist erkannt worden, dass, beispielsweise aufgrund eines systematischen Fehlers in einer Generierungsregel, sowohl die erste als auch die zweite Verarbeitungseinrichtung das gleiche falsche Datensignal generieren können. Zur weiteren Erhöhung der Zuverlässigkeit und Sicherheit wird gemäß einer weiteren Ausführungsform der anmeldungsgemäßen Balisensteuervorrichtung vorgeschlagen, dass die erste Verarbeitungseinrichtung einen ersten Prüfer umfassen kann. Der erste Prüfer kann eingerichtet sein zum Prüfen der Plausibilität und/oder zum Decodieren des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generierten zweiten Datensignals. Alternativ oder (bevorzugt) zusätzlich kann die zweite Verarbeitungseinrichtung einen zweiten Prüfer umfassen. Der zweite Prüfer kann eingerichtet sein zum Prüfen der Plausibilität und/oder Decodieren des von der ersten Verarbeitungseinrichtung generierten ersten Datensignals. Bei einer Plausibilitätsprüfung kann der Prüfer insbesondere ein generiertes Datensignal dahin überprüfen, ob es in seinem Aufbau (z.B. Header, Checksummen, bestimmte Bitfolgen oder dergleichen) dem Aufbau eines (standardmäßigen) Balisentelegramms entspricht. Dazu kann der Prüfer das zu überprüfende Datensignal insbesondere durch ein Prüfpolynom dividieren, und wenn die Polynomdivision das Ergebnis "null" liefert, entspricht der Aufbau des überprüften Datensignals dem erwarteten Aufbau eines Balisentelegramms. Alternativ oder zusätzlich kann der Prüfer insbesondere mittels Decodierungsregeln (z.B. mindestens eine Umsetzungstabelle bzw. Look-Up-Tabelle oder dergleichen), die in einer Verarbeitungseinrichtung gespeichert sein können, ein generiertes Datensignal decodieren. Insbesondere kann durch die Decodierung der Signalbegriff oder ein zu dem Signalbegriff korrespondierender Datensatz bestimmt werden, der für die Generierung des Datensignals verwendet wurde. Durch diese Decodierung kann eine Prüfung ermöglicht werden, ob eine korrekte Generierung eines Datensignals durch eine Verarbeitungseinrichtung erfolgt ist.

[0040] Besonders bevorzugt kann die erste Verarbeitungseinrichtung ein erstes Auswertemodul umfassen.

Das erste Auswertemodul kann eingerichtet sein zum Prüfen, ob die durch den ersten Prüfer aus dem zweiten Datensignal geprüften Daten dem Aufbau eines Balisentelegramms entsprechen und/oder ob sie zu dem bereitgestellten zweiten Signalbegriff korrespondieren. Alternativ oder (bevorzugt) zusätzlich kann die zweite Verarbeitungseinrichtung ein zweites Auswertemodul umfassen. Das zweite Auswertemodul kann eingerichtet sein zum Prüfen, ob die durch den zweiten Prüfer aus dem ersten Datensignal geprüften Daten dem Aufbau eines Balisentelegramms entsprechen und/oder ob sie zu dem bereitgestellten ersten Signalbegriff korrespondieren. Beispielsweise kann der erste Prüfer eingerichtet sein, das von der zweiten Verarbeitungseinrichtung erhaltene zweite Datensignal durch Polynomdivision dahingehend zu prüfen, ob es dem Aufbau eines (standardmäßigen) Balisentelegramms entspricht. Zusätzlich kann der erste Prüfer eingerichtet sein, das zweite Datensignal zu decodieren und die decodierten Daten dem ersten Auswertemodul zum Vergleich mit dem zweiten Signalbegriff zu übermitteln. Prüfer Alternativ oder (bevorzugt) kann der zweite Prüfer eingerichtet sein, das von der ersten Verarbeitungseinrichtung erhaltene erste Datensignal durch Polynomdivision dahingehend zu prüfen, ob es dem Aufbau eines (standardmäßigen) Balisentelegramms entspricht. Zusätzlich kann der zweite Prüfer eingerichtet sein, das erste Datensignal zu decodieren und die decodierten Daten dem zweiten Auswertemodul zum Vergleich mit dem ersten Signalbegriff zu übermitteln. In einem Vergleich kann festgestellt werden, ob der Signalbegriff, der für die Generierung eines Datensignals bereitgestellt wurde, identisch ist mit dem Signalbegriff, der durch eine Decodierung des Datensignals bestimmt wurde. Wenn bei der Generierung eines Datensignals aus einem Signalbegriff in einem Zwischenschritt Zwischen-Daten generiert werden, können auch diese Daten für die Prüfung, insbesondere den Vergleich, verwendet werden.

[0041] Bei einem positiven Vergleichsergebnis, also wenn beispielsweise die Polynomdivision den Wert "null" liefert oder/und wenn die jeweiligen Signalbegriffe (oder Zwischen-Daten) gleich sind, kann von einer korrekten Erzeugung des Datensignals durch eine Verarbeitungseinrichtung ausgegangen werden. Bei einem negativen Vergleichsergebnis, also bei Detektion einer Abweichung zwischen den jeweiligen Signalbegriffen (oder Zwischen-Daten), kann auf einen fehlerhaften Betrieb der Balisensteuervorrichtung geschlossen werden. In Reaktion auf ein negatives Vergleichsergebnis kann das Ausgeben eines Trägersignals durch eine Verarbeitungseinrichtung unterbrochen werden. Vorzugsweise kann die Ausgabe des ersten und des zweiten Trägersignals gestoppt werden. Gemäß einer anmeldungsgemäßen Ausführungsform kann bei einem negativen Vergleichsergebnis das weiter unten beschriebene Handshake-Verfahren zur Synchronisierung durchgeführt werden und danach ein erneuter Vergleichsschritt durchgeführt werden. Bei einem positiven Vergleichsergebnis

kann das Ausgeben der ersten und des zweiten Trägersignals wieder gestartet werden. Bevorzugt kann die Balisensteuervorrichtung außer Betrieb genommen werden, wenn insbesondere nach mehreren, bspw. 10, Synchronisierungsversuchen kein positives Vergleichsergebnis erzielt wurde.

[0042] Wie bereits beschrieben wurde, kann eine Verarbeitungseinrichtung mindestens ein Rechenmittel umfassen, um den Generierungsschritt und/oder den Vergleichsschritt auszuführen. Besonders bevorzugt kann eine Verarbeitungseinrichtung zumindest einen Mikroprozessor und ein damit gekoppeltes Field Programmable Gate Array (FPGA) umfassen. Gemäß einer Ausführungsform kann zumindest der erste Vergleich durch einen ersten Field Programmable Gate Array gebildet sein. Alternativ oder (bevorzugt) zusätzlich kann zumindest der zweite Vergleich durch einen zweiten Field Programmable Gate Array gebildet sein. Zudem kann die Berechnung des ersten Datensignals durch ein erstes Generierungsmodul durchgeführt werden, welches zumindest teilweise durch den ersten Field Programmable Gate Array gebildet ist. Alternativ oder (bevorzugt) zusätzlich kann die Berechnung des zweiten Datensignals durch ein zweites Generierungsmodul durchgeführt werden, welches zumindest teilweise durch den zweiten Field Programmable Gate Array gebildet ist. Es versteht sich, dass das erste FPGA ein weiteres zweites Generierungsmodul umfassen kann, eingerichtet zum zumindest teilweisen Generieren des weiteren zweiten Datensignals, und dass das zweite FPGA ein weiteres erstes Generierungsmodul umfassen kann, eingerichtet zum zumindest teilweisen Generieren des weiteren ersten Datensignals.

[0043] Insbesondere kann eine Verarbeitungseinrichtung bzw. ein Rechnerbaustein zweigeteilt sein. Eine Verarbeitungseinrichtung kann vorzugsweise einen Mikroprozessor mit einem eigenen Betriebssystem und eigenem Dateisystem umfassen. Hier können vorzugsweise (Zwischen-)Daten gespeichert sein, die den verschiedenen Signalbegriffen entsprechen. D.h. zu einem Signalbegriff A kann ein Mikroprozessor beispielsweise (Zwischen-)Daten (A) auslesen, welche dem Dateninhalt eines Datensignals bzw. eines Datenstroms (A) entsprechen, der für die zugehörige Balise A generiert werden muss.

[0044] Die (Zwischen-) Daten können von dem Mikroprozessor an ein FPGA weitergeleitet werden. Das FPGA kann insbesondere eingerichtet sein, aus diesen (Zwischen-)Daten ein Datensignal, insbesondere ein manchester-moduliertes Datensignal, zu generieren.

[0045] Die Implementierung eines FPGAs hat mehrere Vorteile. Beispielsweise beträgt die Busbreite eines Mikroprozessors typischerweise 32 oder 64 bit. Das Übertragen eines manchester-codiertes Datensignals von 1024 bit Länge würde daher 16 oder 32 Prozessorschritte beanspruchen. Vorzugsweise kann die Busbreite des FPGAs so programmiert sein, dass dies in 2 oder 4 Schritten möglich ist. Damit kann das FPGA schneller

und einfacher als ein Mikroprozessor ein Datensignal von z.B. 564 kbit/s generieren. Insbesondere erlaubt dies eine Generierung eines Datensignals in Echtzeit.

[0046] Ein generiertes Datensignal kann von dem jeweiligen FPGA in das jeweils andere FPGA gespeist und von diesem geprüft werden. Insbesondere kann ein FPGA einen Vergleich umfassen, um zwei Datensignale, vorzugsweise bitweise, miteinander zu vergleichen. Ferner kann ein FPGA den Trägersignalgenerator umfassen. Sollte der Vergleich der beiden Datensignale eine Differenz ergeben, kann die Generierung des Trägersignals eingestellt werden, wie zuvor beschrieben wurde.

[0047] Ein in einem FPGA digital erzeugtes Trägersignal, z.B. ein Sinus-Signal, kann vorzugsweise durch einen Digital-/Analog-Wandler in ein analoges Trägersignal umgewandelt werden. Das analoge Trägersignal kann anschließend insbesondere tiefpass-gefiltert werden, um Störgrößen zu filtern. Es versteht sich, dass auch ein erzeugtes Datensignal tiefpass-gefiltert werden kann, um Störgrößen zu filtern.

[0048] Die zwei FPGAs sind zunächst insbesondere zwei unabhängig voneinander operierende Bausteine, so dass zwei erste oder zwei zweite Datensignale nicht ohne weiteres synchron generiert bzw. codiert und verglichen werden könnten.

[0049] Deshalb wird zur Synchronisierung zwischen beiden FPGAs, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform, folgendes Handshake-Verfahren vorgeschlagen: Wenn die Balisensteuervorrichtung initialisiert wird (z.B. eingeschaltet wird) und/oder wenn ein neuer erster Signalbegriff an die erste Balise übermittelt werden soll, dann muss das erste FPGA ein neues erstes Datensignal generieren. Ebenfalls muss dann das zweite FPGA ein neues weiteres erstes Datensignal generieren und den zweiten Vergleichsschritt (bit-für-für) durchführen. Das erste FPGA sendet eine (erste) Request-Nachricht an das zweite FPGA, mit dem Inhalt, dass ein neues erstes Datensignal erzeugt werden soll. Sobald das zweite FPGA bereit ist, seinerseits ein neues weiteres erstes Datensignal zu generieren und vom ersten FPGA das neue erste Datensignal (zum Vergleichen) zu empfangen, sendet es eine (zweite) Acknowledgement-Nachricht an das erste FPGA. Nach Empfang der Acknowledgement-Nachricht sendet das erste FPGA ein Startsignal, zyklisch gefolgt vom neuen ersten Datensignal; gleichzeitig sendet das erste FPGA zyklisch das erste Taktsignal. Gleichzeitig generiert das zweite FPGA ebenfalls ein gleiches weiteres Startsignal, gefolgt vom neuen weiteren ersten Datensignal, und zwar im Takt des ersten Taktsignals. Das zweite FPGA führt dabei diese beide Datenströme bitsynchron dem zweiten Vergleich zu, der beide Datenströme nunmehr bit-für-bit in Echtzeit vergleicht. Als Startsignal kann bevorzugt eine definierte Folge von Bits verwendet werden, besonders bevorzugt beispielsweise eine Folge von einer bestimmten Anzahl von Nullen, z.B. 75 Nullen. Mit anderen Worten versetzt das Handshake-Verfahren die Balisensteuervorrichtung in die Lage, auch bei einer Initialisierung

und/oder bei einem Wechsel des ersten Signalbegriffs die bitweise Überprüfung des (neuen) ersten Datensignals im zweiten Vergleich sicherzustellen.

[0050] Es versteht sich, dass das Handshake-Verfahren analog und spiegelbildlich durchgeführt werden kann, wenn ein neuer zweiter Signalbegriff an die zweite Balise übermittelt werden soll.

[0051] Ein weiterer Aspekt der Anmeldung ist ein System, insbesondere ein Balisensteuerungssystem. Das System umfasst mindestens eine zuvor beschriebene Balisensteuervorrichtung. Das System umfasst eine erste Balise, die mit der Balisensteuervorrichtung, insbesondere der ersten Steuersignalerzeugungseinrichtung, verbunden ist.

[0052] Vorzugsweise kann das System eine zweite Balise umfassen, die mit der Balisensteuervorrichtung, insbesondere mit der zweiten Steuersignalerzeugungseinrichtung, verbunden ist.

[0053] Gemäß einer Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Systems kann das System eine Datenquelle, insbesondere ein elektronisches Stellwerk und/oder eine Lichtquelle und eine optische Detektionseinrichtung, umfassen. Die Datenquelle kann eingerichtet sein zum Erzeugen (und Bereitstellen) des ersten Signalbegriffs und/oder des zweiten Signalbegriffs. Ein (digitaler) Signalbegriff kann von einem elektronischen Stellwerk generiert und über ein Datennetz an die Balisensteuervorrichtung übertragen werden. Auch kann ein (digitaler) Signalbegriff von einem analogen Lichtsignal mit anschließender Digitalisierung in einer streckenseitigen elektronischen Einheit (Lineside Electronic Unit, LEU) erzeugt werden, die die optische Detektionseinrichtung bildet.

[0054] Die Balisensteuervorrichtung kann insbesondere schienenannah und damit in der Nähe der vorzugsweise an den Schienen (z.B. im Gleisbett) angeordneten ersten und/oder zweiten Balise angeordnet sein, während die Datenquelle entfernt hiervon angeordnet sein kann.

[0055] Ein noch weiterer Aspekt der Anmeldung ist ein Verfahren zum Betreiben einer Balisensteuervorrichtung, insbesondere einer zuvor beschriebenen Balisensteuervorrichtung. Das Verfahren umfasst:

- Generieren, durch eine erste Verarbeitungseinrichtung, eines ersten Datensignals, basierend auf einem bereitgestellten ersten Signalbegriff,
- Generieren, durch eine zweite Verarbeitungseinrichtung, eines weiteren ersten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten ersten Signalbegriff,
- Vergleichen, durch einen zweiten Vergleich der zweiten Verarbeitungseinrichtung, des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generierten weiteren ersten Datensignals und des von der ersten Verarbeitungseinrichtung generierten ersten Datensignals in einem zweiten Vergleichsschritt,
- Ausgeben, durch die erste Verarbeitungseinrichtung, des generierten ersten Datensignals an eine

- erste Steuersignalerzeugungseinrichtung, und Ausgeben, durch die zweite Verarbeitungseinrichtung, eines zweiten Trägersignals an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung, wobei die Ausgabe des zweiten Trägersignals von dem Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts abhängt.

[0056] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des anmeldungsgemäßen Verfahrens kann das Verfahren Folgendes umfassen:

- Generieren, durch eine erste Verarbeitungseinrichtung, eines ersten Datensignals, basierend auf einem bereitgestellten ersten Signalbegriff, und eines zweiten Datensignals, basierend auf einem bereitgestellten zweiten Signalbegriff,
- Generieren, durch eine zweite Verarbeitungseinrichtung, eines zweiten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten zweiten Signalbegriff, und Generieren eines ersten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten ersten Signalbegriff,
- Vergleichen, durch einen ersten Vergleich der ersten Verarbeitungseinrichtung, des von der ersten Verarbeitungseinrichtung generierten zweiten Datensignals und des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generierten zweiten Datensignals in einem ersten Vergleichsschritt,
- Vergleichen, durch einen zweiten Vergleich der zweiten Verarbeitungseinrichtung, des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung generierten ersten Datensignals und des von der ersten Verarbeitungseinrichtung generierten ersten Datensignals in einem zweiten Vergleichsschritt,
- Ausgeben, durch die erste Verarbeitungseinrichtung, des generierten ersten Datensignals an eine erste Steuersignalerzeugungseinrichtung und Ausgeben, durch die erste Verarbeitungseinrichtung, eines ersten Trägersignals an eine zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung, wobei die Ausgabe des ersten Trägersignals von dem Vergleichsergebnis des ersten Vergleichsschritts abhängt, und
- Ausgeben, durch die zweite Verarbeitungseinrichtung, des generierten zweiten Datensignals an die zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung und Ausgeben, durch die zweite Verarbeitungseinrichtung, eines zweiten Trägersignals an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung, wobei die Ausgabe des zweiten Trägersignals von dem Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts abhängt.

[0057] Die Merkmale der Balisensteuervorrichtungen, Systeme und Verfahren sind frei miteinander kombinierbar. Insbesondere können Merkmale der Beschreibung und/oder der abhängigen Ansprüche, auch unter vollständiger oder teilweiser Umgehung von Merkmalen der unabhängigen Ansprüche, in Alleinstellung oder frei miteinander kombiniert, eigenständig erfindersch sein.

[0058] Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, die anmeldungsgemäße Balisensteuervorrichtung, das anmeldungsgemäße System und das anmeldungsgemäße Verfahren auszugestalten und weiterzuentwickeln. Hierzu sei einerseits verwiesen auf die den unabhängigen Ansprüchen nachgeordneten Ansprüche, andererseits auf die Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Systems mit einer Balisensteuervorrichtung gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Balisensteuervorrichtung gemäß der vorliegenden Anmeldung,

Fig. 3 eine schematische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Balisensteuervorrichtung gemäß der vorliegenden Anmeldung,

Fig. 4 eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines Systems gemäß der vorliegenden Anmeldung,

Fig. 5 eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Verarbeitungseinrichtung einer Balisensteuervorrichtung gemäß der vorliegenden Anmeldung, und

Fig. 6 ein Diagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Anmeldung.

[0059] Nachfolgend werden für gleiche Elemente gleiche Bezugszeichen verwendet.

[0060] Die Figur 2 zeigt eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer Balisensteuervorrichtung 202 gemäß der vorliegenden Anmeldung. Die Balisensteuervorrichtung 202 umfasst eine erste Verarbeitungseinrichtung 250 und eine zweite Verarbeitungsvorrichtung 252. Darüber hinaus umfasst die Balisensteuervorrichtung 202 vorliegend eine erste Steuersignalerzeugungseinrichtung 266.

[0061] Die erste Verarbeitungseinrichtung 250 umfasst zumindest ein erstes Generierungsmodul 254. Das erste Generierungsmodul 254 ist eingerichtet, basierend auf einem bereitgestellten ersten (digitalen) Signalbegriff 232 ein erstes Datensignal 236 zu generieren bzw. codieren. Die zweite Verarbeitungseinrichtung 252 umfasst ein weiteres erstes Generierungsmodul 260. Das weitere erste Generierungsmodul 260 ist eingerichtet, basierend auf dem bereitgestellten ersten (digitalen) Signalbegriff 232 ein weiteres erstes Datensignal zu generieren bzw. codieren.

[0062] Darüber hinaus umfasst die weitere Verarbeitungseinrichtung 252 einen zweiten Vergleich 264. Der

zweite Vergleicher 264 ist eingerichtet, das erste, durch die erste Verarbeitungseinrichtung 250 generierte Datensignal 236 mit dem weiteren ersten Datensignal in einem zweiten Vergleichsschritt zu vergleichen.

[0063] Darüber hinaus ist die zweite Verarbeitungseinrichtung 252 eingerichtet, ein zweites Trägersignal 240, insbesondere ein Sinussignal 240, auszugeben. Insbesondere kann das Trägersignal 240 an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung 266 weitergeleitet werden. Wie zu erkennen ist, ist die erste Verarbeitungseinrichtung 250 eingerichtet, das erste Datensignal 236 an die erste

[0064] Steuersignalerzeugungseinrichtung 266 auszugeben. Die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung 266 ist eingerichtet, das bereitgestellte erste Datensignal 236 auf das bereitgestellte zweite Trägersignal 240 aufzuschalten, um ein erstes Balisentelegramm 238 für eine erste (nicht gezeigte) Balise zu erzeugen.

[0065] Um sicherzustellen, dass nur bei einer korrekten Generierung des ersten Datensignals 236 ein Balisentelegramm 238 generiert und ausgesendet wird, ist anmeldungsgemäß vorgesehen, dass die zweite Verarbeitungseinrichtung 252 eingerichtet ist, dass zweite Trägersignal 240 in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts auszugeben. Hierunter ist insbesondere zu verstehen, dass das zweite Trägersignal 240 nur bei einem positiven Vergleichsergebnis durch die zweite Verarbeitungseinrichtung 252 ausgegeben wird. Bei einem negativen Vergleichsergebnis wird die Ausgabe des zweiten Trägersignals 240 insbesondere gestoppt. Hierbei liegt ein positives Vergleichsergebnis insbesondere dann vor, wenn das erste Datensignal 236 gleich dem weiteren ersten Datensignal ist. Ein negatives Vergleichsergebnis ist insbesondere dann gegeben, wenn eine Abweichung zwischen dem ersten Datensignal 236 und dem weiteren ersten Datensignal detektiert wird. Weiter kann bei einem negativen Vergleichsergebnis das beschriebene Handshake-Verfahren zur Synchronisierung durchgeführt werden und danach ein erneuter Vergleichsschritt durchgeführt werden. Bei einem positiven Vergleichsergebnis kann das Ausgeben des Trägersignals 240 wieder gestartet werden. Bevorzugt kann die Balisensteuervorrichtung 202 außer Betrieb genommen werden, wenn nach mehreren, bspw. 10, Synchronisierungsversuchen kein positives Vergleichsergebnis erzielt wurde.

[0066] Die Figur 3 zeigt eine schematische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Balisensteuervorrichtung 302 gemäß der vorliegenden Anmeldung. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden nachfolgend im Wesentlichen nur die Unterschiede zu dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 beschrieben. Für die anderen Komponenten der Balisensteuervorrichtung 302 wird insbesondere auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0067] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst die Balisensteuervorrichtung 302 eine zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung 368. Die erste Ver-

arbeitungseinrichtung 350 umfasst neben dem ersten Generierungsmodul 354 ein weiteres zweites Generierungsmodul 356 und einen ersten Vergleicher 358. Die zweite Verarbeitungseinrichtung 352 umfasst neben dem weiteren ersten Generierungsmodul 360 und dem zweiten Vergleicher 364 ein zweites Generierungsmodul 362. Der Vorteil der Balisensteuervorrichtung 302 des vorliegenden Ausführungsbeispiels liegt darin, dass zwei (nicht gezeigte) Balisen durch die Balisensteuervorrichtung 302 steuerbar sind, ohne dass hierzu die eingesetzte Hardware verdoppelt werden muss.

[0068] Die dargestellte Balisensteuervorrichtung 302 ist eingerichtet, einen ersten Signalbegriff 332 für eine erste Balise und einen zweiten Signalbegriff 334 für eine zweite Balise zu erhalten und diese insbesondere parallel zu verarbeiten. Vorzugsweise kann das weitere zweite Generierungsmodul 356, beispielsweise parallel zur Generierung des ersten Datensignals 336, basierend auf dem bereitgestellten zweiten Signalbegriff 334, ein weiteres zweites Datensignal generieren. Das zweite Generierungsmodul 362 der zweiten Verarbeitungseinrichtung 352 kann ein zweites Datensignal 337 generieren, basierend auf dem bereitgestellten zweiten Signalbegriff 334.

[0069] Um sicherzustellen, dass nur bei einer korrekten Generierung des zweiten Datensignals 337 ein zweites Balisentelegramm 344 generiert und ausgesendet wird, ist vorliegend vorgesehen, dass die erste Verarbeitungseinrichtung 350 eingerichtet ist, dass erste Trägersignal 342 in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis eines ersten Vergleichsschritts auszugeben. In dem ersten Vergleichsschritt kann der erste Vergleicher 358 insbesondere das zweite Datensignal 337 mit dem weiteren zweiten Datensignal vergleichen. Das erste Trägersignal 342 kann insbesondere nur bei einem positiven Vergleichsergebnis durch die erste Verarbeitungseinrichtung 350 ausgegeben werden. Bei einem negativen Vergleichsergebnis kann die Ausgabe des ersten Trägersignals 342 gestoppt werden. Weiter kann bei einem negativen Vergleichsergebnis das beschriebene Handshake-Verfahren zur Synchronisierung durchgeführt werden und danach ein erneuter Vergleichsschritt durchgeführt werden. Bei einem positiven Vergleichsergebnis kann das Ausgeben des ersten Trägersignals 342 wieder gestartet werden. Bevorzugt kann die Balisensteuervorrichtung 302 außer Betrieb genommen werden, wenn nach mehreren, bspw. 10, Synchronisierungsversuchen kein positives Vergleichsergebnis erzielt wurde.

[0070] Die Figur 4 zeigt eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines Systems 400 gemäß der vorliegenden Anmeldung. Das System 400 umfasst ein Ausführungsbeispiel einer Balisensteuervorrichtung 402 gemäß der vorliegenden Anmeldung. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden nachfolgend im Wesentlichen nur die Unterschiede zu den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 2 und 3 beschrieben. Für die anderen Komponenten der Balisensteuervorrichtung 402 wird insbesondere auf die obigen Ausführungen verwiesen.

rungen verwiesen.

[0071] Das System 400 umfasst ferner eine Datenquelle 406. Es versteht sich, dass zwei oder mehr Datenquellen vorgesehen sein können. Die Datenquelle 406 ist beispielsweise ein elektronisches Stellwerk 406 oder eine streckenseitige elektronische Einheit (Lineside Electronic Unit, LEU). Insbesondere ist die Datenquelle 406 vorliegend eingerichtet, zumindest einen ersten digitalen Signalbegriff 432 für eine erste Balise 404 und einen zweiten digitalen Signalbegriff 434 für eine zweite Balise 405 zu generieren. Über ein Datennetz (z.B. CAN-Bus-Netzwerk) kann/können der erste und/oder der zweite Signalbegriff 432, 434 an die mindestens eine Balisensteuervorrichtung 402 des Systems 400 übertragen werden.

[0072] Wie bereits beschrieben wurde, umfasst das System 400 vorliegend eine erste Balise 404, insbesondere eine Transparentdaten-Balise 404, und eine zweite Balise 405, insbesondere eine Transparentdaten-Balise 405. Jede Balise 404, 405 ist mit der Balisensteuervorrichtung 402 über eine Datenleitung verbunden.

[0073] Ferner ist aus der Figur 4 zu erkennen, dass eine Verarbeitungseinrichtung 450, 452 im Wesentlichen aus zwei Komponenten gebildet ist, nämlich einem Mikroprozessor 470, 474 und einem FPGA 472, 476. Jedes FPGA 472, 476 kann mit einem eigenen Uhrensinal 482, 484 versorgt werden. Die Funktionsweise der Verarbeitungseinrichtungen 450, 452 wird nachfolgend näher beschrieben.

[0074] Basierend auf einem ersten Signalbegriff 432 generiert der erste Mikroprozessor 470 erste (Zwischen-)Daten 478. Insbesondere können in dem ersten Mikroprozessor 470, z.B. in seinem Dateisystem, erste (Zwischen-)Daten gespeichert sein, die ersten Signalbegriffen entsprechen (z.B. in Form einer Umsetzungstabelle). Die ersten (Zwischen-)Daten 478 werden an das erste FPGA weitergeleitet. Das FPGA generiert aus den ersten (Zwischen-)Daten 478 ein erstes Datensignal 436. Das erste Datensignal 436 kann insbesondere ein manchester-codiertes Datensignal 436 sein. Insbesondere kann ein erstes Datensignal 436 mit einem Datenstrom von 564 kbit/s in Echtzeit generiert werden.

[0075] Das erste Datensignal 436 wird, durch die erste Verarbeitungseinrichtung 450, an eine erste Steuersignalerzeugungseinrichtung 466 in Form eines Addierers 466 via einen ersten Tiefpassfilter 492 ausgegeben. Der erste Tiefpassfilter 492 hat dabei bevorzugt eine Grenzfrequenz von rund 50 MHz.

[0076] Ferner wird das erste Datensignal 436 an das zweite FPGA 476 der zweiten Verarbeitungseinrichtung 452 ausgegeben.

[0077] Der zweite Mikroprozessor 474 generiert, basierend auf dem ersten Signalbegriff erste (Zwischen-)Daten 478 und leitet diese an das zweite FPGA 476 weiter. Das zweite FPGA 476 ist eingerichtet, ein weiteres erstes Datensignal aus den ersten (Zwischen-)Daten 478 zu generieren und dieses insbesondere mit dem ersten Datensignal 436 der ersten Ver-

arbeitungseinrichtung 450 zu vergleichen. Insbesondere ist der zweite FPGA 476 eingerichtet, einen bitweisen Vergleich der beiden ersten Datensignale durchzuführen.

[0078] Um den zweiten Vergleichsschritt, also den bitweisen Vergleich der beiden ersten Datensignale im zweiten FPGA 476, synchron durchzuführen, wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Handshake-Verfahren vorgeschlagen, das bei Initialisierung der Balisensteuervorrichtung 400 und/oder beim Wechsel des ersten Signalbegriffs 432 und/oder bei einem negativen Vergleichsergebnis durchgeführt werden kann: Das erste FPGA 472 sendet eine erste Request-Nachricht 494 an das zweite FPGA 476, mit dem Inhalt, dass ein neues erstes Datensignal 436 generiert werden soll. Sobald das zweite FPGA 476 bereit ist, seinerseits ein neues weiteres erstes Datensignal zu generieren und vom ersten FPGA 472 das neue erste Datensignal 436 (zum Vergleichen) zu empfangen, sendet es eine zweite Acknowledgement-Nachricht 495 an das erste FPGA 472. Nach Empfang der zweiten Acknowledgement-Nachricht 495 sendet das erste FPGA 472 zunächst ein Startsignal und dann zyklisch das neue erste Datensignal 436 und zyklisch das erste Taktsignal 486. Gleichzeitig generiert das zweite FPGA 476 ebenfalls das Startsignal, zyklisch gefolgt vom neuen weiteren ersten Datensignal, und zwar im Takt des ersten Taktsignals 486. Das zweite FPGA 476 führt dabei diese beide Datenströme bitsynchron dem zweiten Vergleicher zu, der beide Datenströme nunmehr bit-für-bit in Echtzeit vergleicht. Als Startsignal kann bevorzugt eine definierte Folge von Bits verwendet werden, besonders bevorzugt beispielsweise eine Folge von 75 Nullen.

[0079] Abhängig von dem Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts wird, durch die zweite Verarbeitungseinrichtung 452, ein digitales zweites Trägersignal 440 ausgegeben. Insbesondere wird das zweite Trägersignal 440 nur bei einem positiven Vergleichsergebnis ausgegeben. Wie zu erkennen ist, wird das zweite Trägersignal 440 an einen Digital Analog Wandler 490 ausgegeben. Das durch den Digital Analog Wandler 490 erzeugte analoge zweite Trägersignal wird an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung 466 via einen zweiten Tiefpassfilter 493 weitergeleitet.

[0080] Die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung 466 generiert ein erstes Balisentelegramm 438, indem das erste Datensignal 436 auf das zweite analoge Trägersignal 440 aufaddiert wird. Optional kann das Balisentelegramm 438 durch einen Verstärker 428 verstärkt werden.

[0081] Vorzugsweise parallel zur Verarbeitung des ersten Signalbegriffs 432 kann die Verarbeitung des zweiten Signalbegriffs 434 durch die vorliegende Balisensteuervorrichtung 402 durchgeführt werden. Die zweite Verarbeitungseinrichtung 452 generiert, entsprechend den vorherigen Ausführungen, zweite (Zwischen-)Daten 480 und daraus ein zweites Datensignal 437. Dieses wird an die zweite Steuersignalerzeugungs-

einrichtung 468 und, zusammen mit einem zweiten Taktsignal 488, an die erste Verarbeitungseinrichtung 450 ausgegeben, um in einem ersten Vergleichsschritt das zweite Datensignal 437 mit dem weiteren zweiten Datensignal zu vergleichen. Nur bei einem positiven Vergleichsergebnis des ersten Vergleichsschritts kann ein erstes Trägersignal 442 an die zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung 468 ausgegeben werden, um in zuvor beschriebener Weise ein zweites Balisentelegramm 444 zu generieren. Für die Synchronisierung des ersten Vergleichsschritts kann dasselbe Handshake-Verfahren, wie oben für die Synchronisierung des zweiten Vergleichsschritts beschrieben, spiegelbildlich angewandt werden.

[0082] Das jeweilige Balisentelegramm 438, 444 wird an die jeweilige Balise 404, 405 über eine Datenleitung übertragen. Wird ein negatives Vergleichsergebnis detektiert, so wird die Aussendung des entsprechenden Trägersignals 440, 442 gestoppt. Dies hat zur Folge, dass auch die Aussendung des entsprechenden Balisentelegramms 438, 444 unterbleibt. Weiter kann bei einem negativen Vergleichsergebnis das beschriebene Handshake-Verfahren zur Synchronisierung durchgeführt werden und danach ein erneuter Vergleichsschritt durchgeführt werden. Bei einem positiven Vergleichsergebnis kann das Ausgeben der entsprechenden Trägersignale 440, 442 wieder gestartet werden. Dies hat zur Folge, dass auch das Aussenden des entsprechenden Balisentelegramms 438, 444 wieder gestartet wird. Bevorzugt kann die Balisensteuervorrichtung 402 außer Betrieb genommen werden, wenn nach mehreren, bspw. 10, Synchronisierungsversuchen kein positives Vergleichsergebnis erzielt wurde.

[0083] Die Figur 5 zeigt eine schematische Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer ersten Verarbeitungseinrichtung 550, die in Figuren 2 bis 4 als Verarbeitungseinrichtungen 250, 350, 450 verwendet werden kann. Eine zweite Verarbeitungseinrichtung (entsprechend den Verarbeitungsvorrichtungen 252, 352, 452 aus Figuren 2 bis 4) kann gleich ausgeführt sein und ist aus Gründen einer besseren Übersicht nicht dargestellt. Auch an dieser Stelle werden zur Vermeidung von Wiederholungen nachfolgend im Wesentlichen nur die Unterschiede zu den vorherigen Ausführungsbeispielen beschrieben und ansonsten auf die vorherigen Ausführungen verwiesen.

[0084] Das erste FPGA 572 ist vorliegend über eine Schnittstelle 593 (z.B. ein CPU-Interface) mit dem ersten Mikroprozessor 570 oder -controller 570 verbunden. Unter anderem ist das erste FPGA 572 eingerichtet, von dem ersten Mikrocontroller 570 erste (Zwischen-)Daten 578 und zweite (Zwischen-)Daten 580 zu erhalten, die jeweils einem ersten Signalbegriff und einem zweiten Signalbegriff entsprechen. Mit diesen Daten 578, 580 soll eine erste (nicht gezeigte) Balise bzw. eine zweite (nicht gezeigte) Balise angesteuert werden. Die Dateninhalte der Daten 578, 580 können in einem Speicherbereich 594 (z.B. Telegramme Memory) abgelegt werden.

[0085] Ein erstes Generierungsmodul 554 bzw. ein erster Codierer 554 kann die ersten Daten 578 aus dem Speicher 594 und die in einem weiteren Speicherbereich 595 gespeicherten Generierungsregeln auslesen, um hieraus das erste Datensignal 536 zu generieren. In zuvor beschriebener Weise kann das erste Datensignal 536 an eine erste Balise, abhängig von dem Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts, übertragen werden.

[0086] Gleichzeitig kann dieser erste Datenstrom 536, vorzugsweise zusammen mit dem ersten Taktsignal 586, an das zweite FPGA der zweiten Verarbeitungseinrichtung gesendet werden, um dort in zuvor beschriebener Weise überprüft zu werden. Wenn die Überprüfung in dem zweiten FPGA einen Fehler in dem ersten Datensignal 536 ergibt, kann das Ausgeben des zweiten Trägersignals, das in dem zweiten FPGA erzeugt wird, in Echtzeit abgestellt werden.

[0087] Ferner ist das vorliegende erste FPGA 572 eingerichtet, von der zweiten Verarbeitungseinrichtung, also insbesondere von dem zweiten FPGA, ein zweites Datensignal 537, vorzugsweise zusammen mit einem zweiten Taktsignal 588 der zweiten Verarbeitungseinrichtung, zu erhalten. Mit dem zweiten Taktsignal 588 kann ein weiteres zweites Generierungsmodul 556 bzw. ein weiterer zweiter Codierer 556 aus zweiten (Zwischen-)Daten 580 und den in einem weiteren Speicherbereich 596 gespeicherten Generierungsregeln ein weiteres zweites Datensignal generieren, insbesondere berechnen.

[0088] In einem ersten Vergleichsschritt werden, in einem ersten Vergleich 558, vorliegend das zweite Datensignal 537 und das weitere zweite Datensignal bit-für-bit und insbesondere in Echtzeit miteinander verglichen. Falls dieser Vergleich eine Abweichung aufzeigt, d.h. ein negatives Vergleichsergebnis detektiert wird, kann der Trägersignalgenerator 598, insbesondere ein Sinus-Generator 598, der das erste Trägersignal 542 erzeugt, abgestellt werden. Weiter kann bei einem negativen Vergleichsergebnis das beschriebene Handshake-Verfahren zur Synchronisierung durchgeführt werden und danach ein erneuter erster Vergleichsschritt durchgeführt werden. Bei einem positiven Vergleichsergebnis kann das Ausgeben der entsprechenden Trägersignale 542 wieder gestartet werden.

[0089] Mit anderen Worten kann vorliegend das Ausgeben des ersten Trägersignals 542 insbesondere in Echtzeit gestoppt werden, wenn in dem ersten Vergleichsschritt ein Fehler aufgetreten ist. Damit kann erreicht werden, dass die Energieversorgung der zweiten Balise abgestellt wird. Wird die zweite Balise dann von einem Schienenfahrzeug befahren, sendet sie insbesondere ein voreingestelltes Signal an das Schienenfahrzeug aus. Dieses kann die Störung erkennen und eine entsprechend sichere Reaktion einleiten.

[0090] Ferner ist es möglich, dass ein (erstes oder zweites) Datensignal in beiden Verarbeitungseinrichtungen (gleich) falsch generiert wurde. Der bitweise Ver-

gleich der beiden generierten Datensignale würde dann keine Abweichung zeigen. Zur Detektion eines solchen Fehlers kann optional ein erster Prüfer 597, vorzugsweise in dem ersten FPGA 572, vorgesehen sein. In entsprechender Weise kann ein zweiter Prüfer in der zweiten Verarbeitungseinrichtung vorgesehen sein.

[0091] Wie der Figur 5 zu entnehmen ist, können in dem ersten FPGA 572 nicht nur zwei generierte zweite Datenströme miteinander verglichen, sondern vorzugsweise der zweite Datenstrom 537, der durch das erste FPGA von dem zweiten FPGA empfangen werden kann, durch den ersten Prüfer 597 auf Plausibilität geprüft oder decodiert bzw. zurückberechnet werden. Insbesondere kann der erste Prüfer 597 vorliegend das zweite Datensignal 537 durch Polynomdivision dahingehend prüfen, ob des dem Aufbau eines (standardmäßigen) Balisentelegramms entspricht, und/oder der erste Prüfer 597 kann aus dem zweiten Datensignal die zweiten (Zwischen-)Daten des zweiten Signalbegriffs 534 bestimmen. Wenn die Plausibilitätsprüfung und/oder ein Vergleich der bestimmten zweiten (Zwischen-) Daten und der durch den ersten Mikroprozessor 570 generierten zweiten (Zwischen-)Daten einen Fehler zeigt, kann das Ausgeben des ersten Trägersignals 542 abgestellt werden.

[0092] Die Figur 6 zeigt ein Diagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Anmeldung. Vorliegend ist insbesondere ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem mit dem Verfahren zwei Balisen parallel angesteuert werden können. Es versteht sich, dass bei anderen Varianten der Anmeldung auch nur eine Balise angesteuert werden kann.

[0093] In Schritt 601 kann ein erstes Datensignal, basierend auf einem ersten Signalbegriff, durch eine erste Verarbeitungseinrichtung berechnet werden. In diesem Schritt kann zudem ein weiteres zweites Datensignal, basierend auf einem zweiten Signalbegriff, durch die erste Verarbeitungseinrichtung berechnet werden, wie oben beschrieben wurde.

[0094] Beispielsweise parallel hierzu kann in Schritt 602 ein zweites Datensignal, basierend auf dem zweiten Signalbegriff, durch eine zweite Verarbeitungseinrichtung berechnet werden. Zudem kann die zweite Verarbeitungseinrichtung in diesem Schritt, basierend auf dem ersten Signalbegriff, ein weiteres erstes Datensignal generieren.

[0095] In den Schritten 603 und 604 kann der erste Vergleichsschritt bzw. der zweite Vergleichsschritt durchgeführt werden. Insbesondere kann die erste Verarbeitungseinrichtung in einem ersten Vergleichsschritt das zweite Datensignal mit dem weiteren zweiten Datensignal vergleichen. Die zweite Verarbeitungseinrichtung kann in einem zweiten Vergleichsschritt das erste Datensignal mit dem weiteren ersten Datensignal vergleichen.

[0096] Im Schritt 605 kann die erste Verarbeitungseinrichtung das erste Datensignal an die erste Steuersig-

nalerzeugungseinrichtung und das erste Trägersignal an die zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung ausgeben. Die Ausgabe des ersten Trägersignals erfolgt hierbei in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis des ersten Vergleichsschritts. Bei einem positiven Vergleichsergebnis wird das erste Trägersignal ausgegeben, während bei einem negativen Vergleichsergebnis die Ausgabe unterbrochen wird. Weiter kann bei einem negativen Vergleichsergebnis das beschriebene Handshake-Verfahren zur Synchronisierung durchgeführt werden und danach ein erneuter erster Vergleichsschritt durchgeführt werden. Bei einem positiven Vergleichsergebnis kann das Ausgeben des ersten Trägersignals wieder gestartet werden. Bevorzugt kann die Balisensteuervorrichtung außer Betrieb genommen werden, wenn nach mehreren, bspw. 10, Synchronisierungsversuchen kein positives Vergleichsergebnis erzielt wurde.

[0097] In entsprechender Weise kann in Schritt 606 die zweite Verarbeitungseinrichtung das zweite Datensignal an die zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung und das zweite Trägersignal an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung ausgeben. Die Ausgabe des zweiten Trägersignals erfolgt in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts. Bei einem positiven Vergleichsergebnis wird das zweite Trägersignal ausgegeben, während bei einem negativen Vergleichsergebnis die Ausgabe unterbrochen wird. Weiter kann bei einem negativen Vergleichsergebnis das beschriebene Handshake-Verfahren zur Synchronisierung durchgeführt werden und danach ein erneuter zweiter Vergleichsschritt durchgeführt werden. Bei einem positiven Vergleichsergebnis kann das Ausgeben des zweiten Trägersignals wieder gestartet werden. Bevorzugt kann die Balisensteuervorrichtung außer Betrieb genommen werden, wenn nach mehreren, bspw. 10, Synchronisierungsversuchen kein positives Vergleichsergebnis erzielt wurde.

[0098] Nur wenn ein Trägersignal ausgegeben wird, kann auch das entsprechende Balisentelegramm an die entsprechende Balise ausgegeben werden, wie zuvor beschrieben wurde.

[0099] Anmeldungsgemäß ist insbesondere vorgesehen, dass ein erstes Datensignal und ein zweites Datensignal jeweils in beiden Verarbeitungseinrichtungen generiert werden, wobei die beiden Datensignale den jeweiligen Signalbegriff für die erste Balise und die zweite Balise abbilden. Beide Datensignale können in einer der beiden Verarbeitungseinrichtungen, vorzugsweise in Echtzeit und bitweise, miteinander verglichen. Wenn der Vergleich eine Abweichung zeigt, kann das entsprechende Trägersignal bzw. Energieversorgungssignal für die entsprechende Balise abgestellt und ein signaltechnisch sicherer Zustand hergestellt werden. Dieser Vergleich und ggf. das Abschalten können insbesondere in Echtzeit während der Generierung der Datensignale erfolgen.

Patentansprüche

1. Balisensteuervorrichtung (202, 302, 402) zum Steuern mindestens einer Balise (404, 405), umfassend:
 - eine erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550), eingerichtet zum Generieren eines ersten Datensignals (236, 336, 436, 536), basierend auf einem bereitgestellten ersten Signalbegriff (232, 332, 432, 532),
 - eine zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452), eingerichtet zum Generieren eines weiteren ersten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten ersten Signalbegriff (232, 332, 432, 532),
 - wobei die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) einen zweiten Vergleich (264, 364, 464) umfasst, eingerichtet zum Vergleichen des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) generierten weiteren ersten Datensignals und des von der ersten Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) generierten ersten Datensignals (236, 336, 436, 536) in einem zweiten Vergleichsschritt,
 - wobei die erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) zum Ausgeben des generierten ersten Datensignals (236, 336, 436, 536) an eine erste Steuersignalerzeugungseinrichtung (266, 366, 466) eingerichtet ist, und
 - wobei die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) zum Ausgeben eines zweiten Trägersignals (240, 340, 440) an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung (266, 366, 466) eingerichtet ist, wobei die Ausgabe des zweiten Trägersignals (240, 340, 440) von dem Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts abhängt.
2. Balisensteuervorrichtung (202, 302, 402) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) eingerichtet ist zum Generieren eines zweiten Datensignals (337, 437, 537), basierend auf einem bereitgestellten zweiten Signalbegriff (334, 434),
 - die erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) eingerichtet ist zum Generieren eines weiteren zweiten Datensignals, basierend auf einem bereitgestellten zweiten Signalbegriff (334, 434),
 - wobei die erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) einen ersten Vergleich (358, 458, 558) umfasst, eingerichtet zum Vergleichen des von der ersten Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) generierten weiteren zweiten Datensignals und des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) generierten zweiten Datensignals (337, 437, 537).
3. Balisensteuervorrichtung (202, 302, 402) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die Balisensteuervorrichtung (202, 302, 402) die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung (266, 366, 466) umfasst, die eingerichtet ist zum Erzeugen eines ersten Balisentelegramms (238, 338, 438), basierend auf dem ersten Datensignal (236, 336, 436, 536) und dem zweiten Trägersignal (240, 340, 440), und/oder
 - die Balisensteuervorrichtung (202, 302, 402) die zweite Steuersignalerzeugungseinrichtung (343, 442, 542) umfasst, die eingerichtet ist zum Erzeugen eines zweiten Balisentelegramms (344, 444), basierend auf dem zweiten Datensignal (337, 437, 537) und dem ersten Trägersignal (342, 442, 542).
4. Balisensteuervorrichtung (202, 302, 402) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - der erste Vergleich (358, 458, 558) eingerichtet ist zum bitweisen Vergleichen des von der ersten Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) generierten weiteren zweiten Datensignals und des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) generierten zweiten Datensignals (337, 437, 537), und/oder
 - der zweite Vergleich (264, 364, 464) eingerichtet ist zum bitweisen Vergleichen des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) generierten weiteren ersten Datensignals und des von der ersten Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) generierten ersten Datensignals (236, 336, 436, 536).
5. Balisensteuervorrichtung (202, 302, 402) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

zeichnet, dass

- die erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) einen ersten Trägersignalgenerator (598) umfasst, der eingerichtet ist zum Erzeugen des ersten Trägersignals (342, 442, 542), und/oder
- die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) einen zweiten Trägersignalgenerator umfasst, der eingerichtet ist zum Erzeugen des zweiten Trägersignals (240, 340, 440).

6. Balisensteuerungsvorrichtung (202, 302, 402) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- der erste Trägersignalgenerator (598) eingerichtet ist zum Ausgeben des ersten Trägersignals (342, 442, 542) nur bei einem positiven Vergleichsergebnis des ersten Vergleichsschritts, und/oder
- der zweite Trägersignalgenerator eingerichtet ist zum Ausgeben des zweiten Trägersignals (240, 340, 440) nur bei einem positiven Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts.

7. Balisensteuerungsvorrichtung (202, 302, 402) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) und die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) miteinander synchronisiert sind,
- wobei zur Synchronisierung insbesondere ein erstes Request-Signal (494) der ersten Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) von der ersten Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) an die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) übertragen wird, und/oder
- wobei zur Synchronisierung insbesondere ein zweites Acknowledgement-Signal (495) der zweiten Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) von der zweiten Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) an die erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) übertragen wird.

8. Balisensteuerungsvorrichtung (202, 302, 402) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) einen ersten Prüfer (597) umfasst, der eingerichtet ist zum Prüfen der Plausibilität und/oder zum Decodieren des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) generierten zweiten Datensignals (337, 437, 537), und/oder

- die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) einen zweiten Prüfer umfasst, der eingerichtet ist zum Prüfen der Plausibilität und/oder zum Decodieren des von der ersten Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) generierten ersten Datensignals (236, 336, 436, 536).

9. Balisensteuerungsvorrichtung (202, 302, 402) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass

- die erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) ein erstes Auswertemodul umfasst, das eingerichtet ist zum Prüfen, ob die durch den ersten Prüfer (597) aus dem zweiten Datensignal (337, 437, 537) decodierten Daten zu dem bereitgestellten zweiten Signalbegriff (334, 434, 534) korrespondieren, und/oder
- die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) ein zweites Auswertemodul umfasst, das eingerichtet ist zum Prüfen, ob die durch den zweiten Prüfer aus dem ersten Datensignal (236, 336, 436, 536) decodierten Daten zu dem bereitgestellten ersten Signalbegriff (232, 332, 432, 532) korrespondieren.

10. System (400), umfassend:

- mindestens eine Balisensteuerungsvorrichtung (202, 302, 402) nach einem der vorherigen Ansprüche,
- eine erste Balise (404), die mit der Balisensteuerungsvorrichtung (202, 302, 402), insbesondere der ersten Steuersignalerzeugungseinrichtung (266, 366, 466), verbunden ist.

11. Verfahren zum Betreiben einer Balisensteuerungsvorrichtung (202, 302, 402), insbesondere einer Balisensteuerungsvorrichtung (202, 302, 402) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend:

- Generieren, durch eine erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550), eines ersten Datensignals (236, 336, 436, 536), basierend auf einem bereitgestellten ersten Signalbegriff (232, 332, 432, 532),
- Generieren, durch eine zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452), eines weiteren ersten Datensignals, basierend auf dem bereitgestellten ersten Signalbegriff (232, 332, 432, 532),
- Vergleichen, durch einen zweiten Vergleichsmodul (264, 364, 464) der zweiten Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452), des von der zweiten Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452) generierten weiteren ersten Datensignals und des von der ersten Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550) generierten ersten Datensignals (236, 336, 436, 536) in einem zweiten Ver-

gleichsschritt,

- Ausgeben, durch die erste Verarbeitungseinrichtung (250, 350, 450, 550), des generierten ersten Datensignals (236, 336, 436, 536) an eine erste Steuersignalerzeugungseinrichtung (266, 366, 466), und 5
- Ausgeben, durch die zweite Verarbeitungseinrichtung (252, 352, 452), eines zweiten Trägersignals (240, 340, 440) an die erste Steuersignalerzeugungseinrichtung (266, 366, 466), wobei die Ausgabe des zweiten Trägersignals (240, 340, 440) von dem Vergleichsergebnis des zweiten Vergleichsschritts abhängt. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

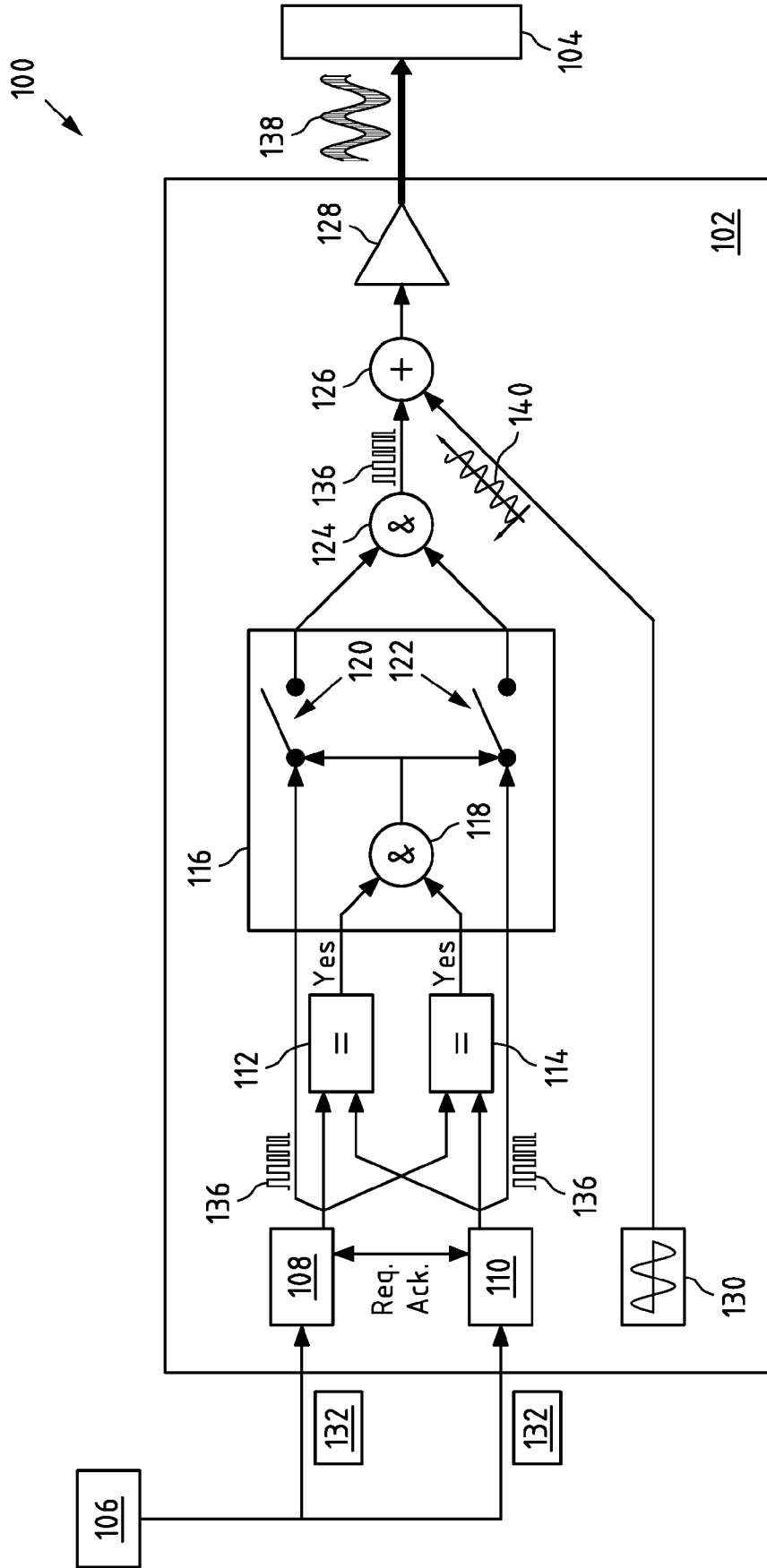


Fig.1 Stand der Technik

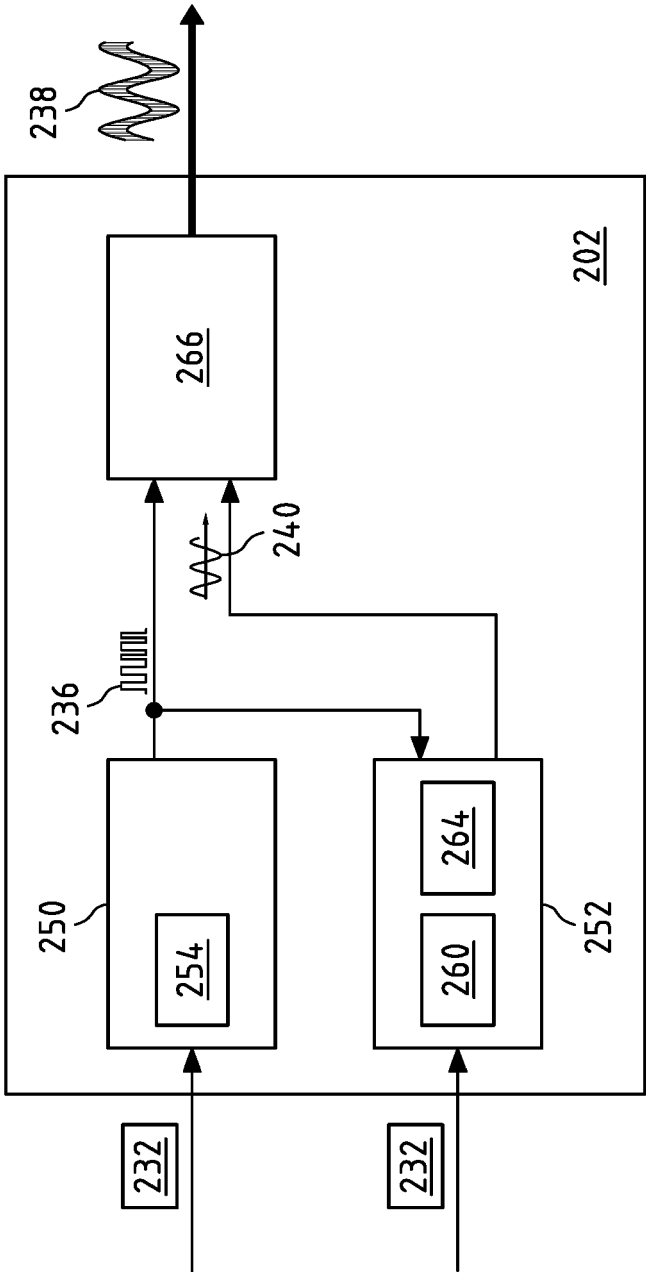


Fig.2

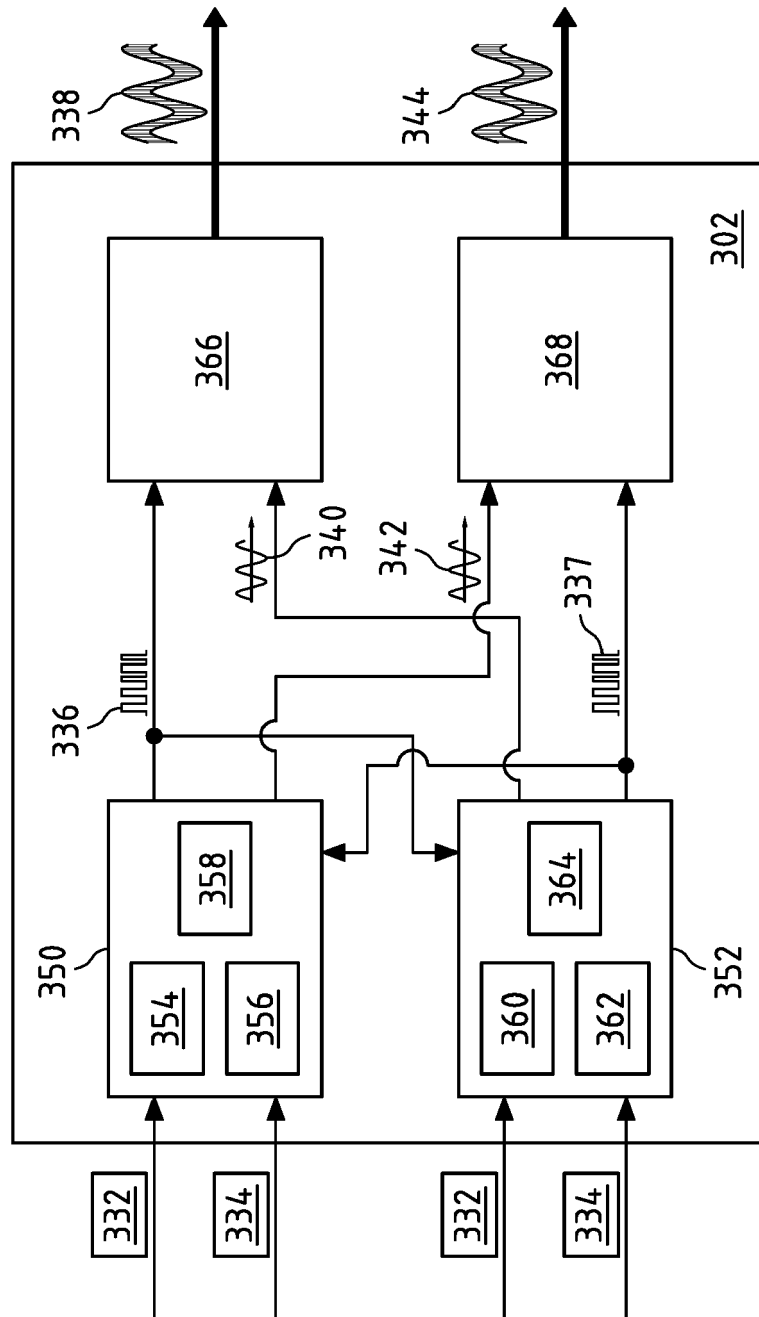


Fig.3

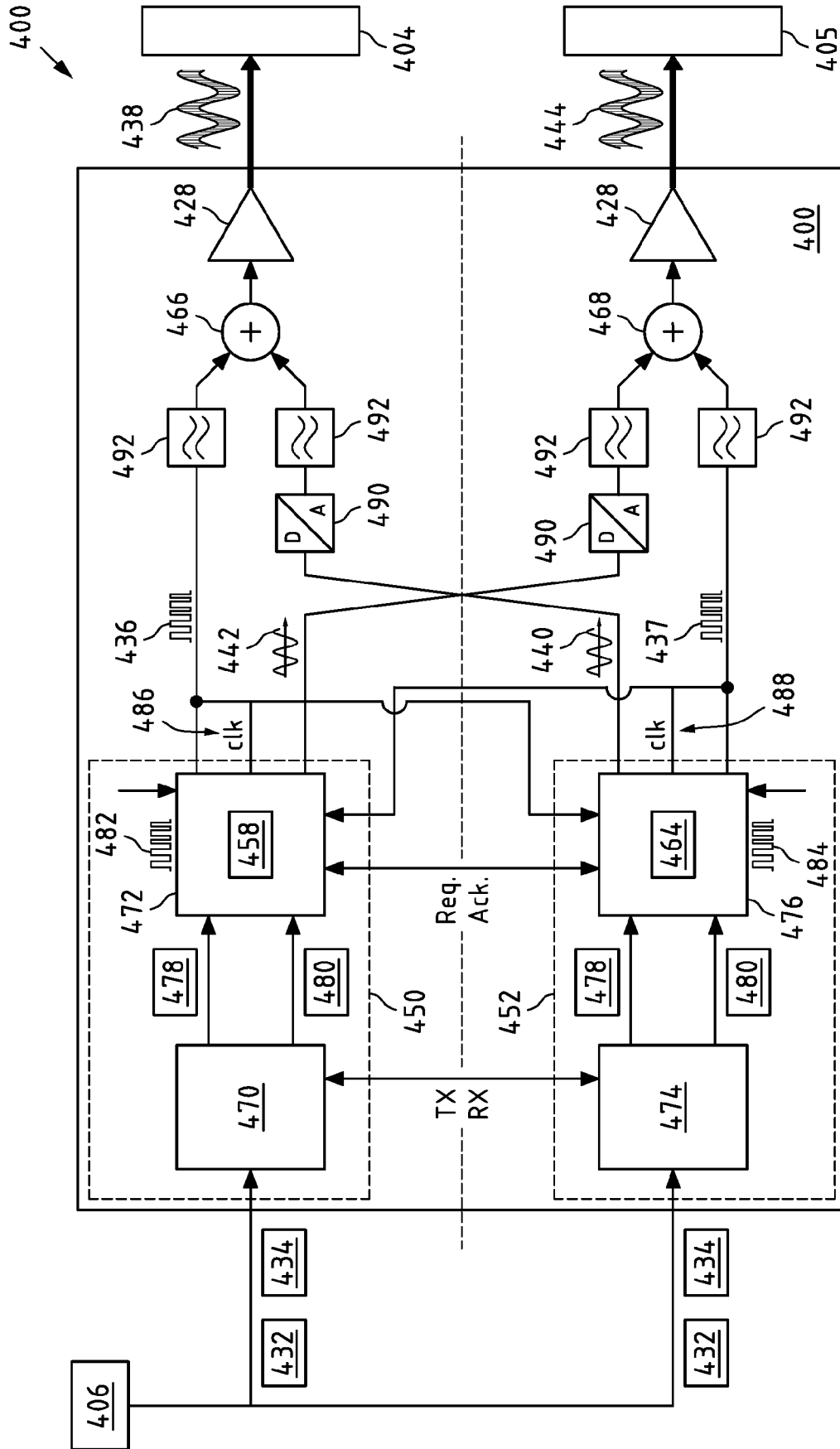


Fig.4

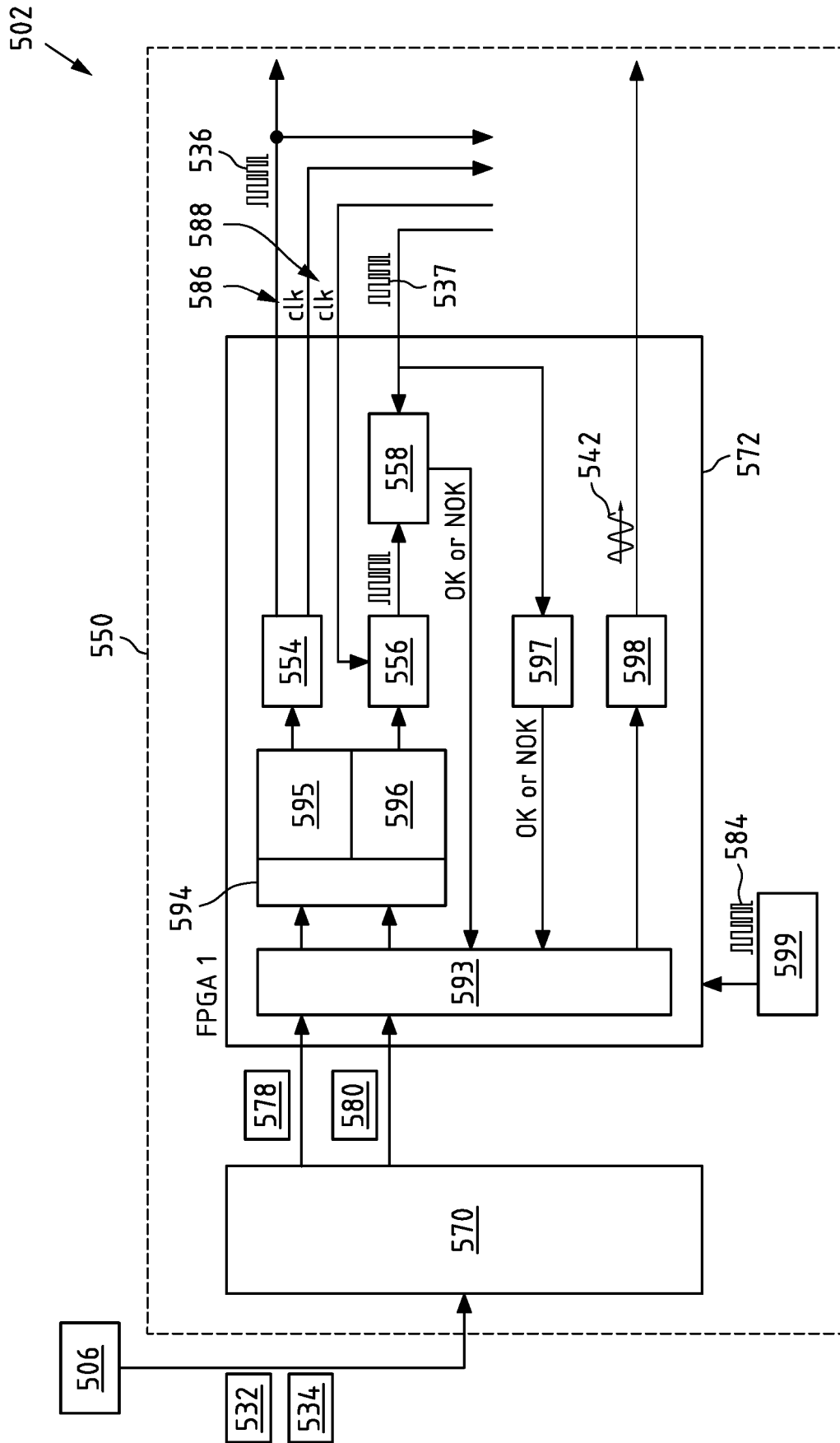


Fig.5

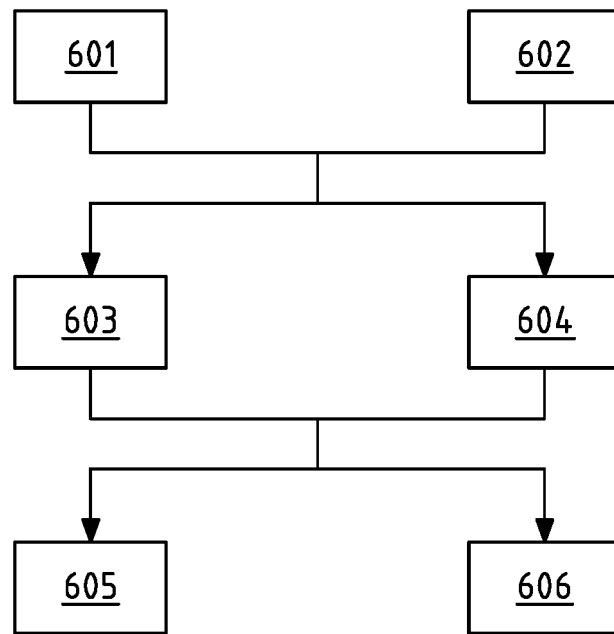


Fig.6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 19 17 4427

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 102 857 366 A (BEIJING HOLLYSYS SYSTEM ENGINEERING CO LTD) 2. Januar 2013 (2013-01-02) * Absatz [0061] - Absatz [0130]; Abbildungen 1-9 *	1-10	INV. B61L3/12 B61L27/00
A	----- EP 0 738 973 A1 (SIEMENS INTEGRA VERKEHRSTECHNI [CH]) 23. Oktober 1996 (1996-10-23) * Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 8, Zeile 29; Abbildungen 1-4 *	11	
A	----- EP 2 000 386 A1 (ALSTOM TRANSPORT SA [FR]) 10. Dezember 2008 (2008-12-10) * Absatz [0012] - Absatz [0052]; Abbildungen 1-4 *	11	
A	----- EP 1 989 624 A1 (EADS DEFENCE AND SECURITY SYST [GB]) 12. November 2008 (2008-11-12) * Absatz [0027] - Absatz [0037]; Abbildung 1 *	11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L H04L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. Oktober 2019	Prüfer Mäki-Mantila, M
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 03.92 (P04C03)

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

EP 19 17 4427

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.

22-10-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	CN 102857366	A	02-01-2013	KEINE		
15	EP 0738973	A1	23-10-1996	AT	202424 T	15-07-2001
				DE	59607113 D1	26-07-2001
				EP	0738973 A1	23-10-1996
20	EP 2000386	A1	10-12-2008	AT	457255 T	15-02-2010
				AU	2008202379 A1	18-12-2008
				CN	101590859 A	02-12-2009
				DK	2000386 T3	07-06-2010
				EP	2000386 A1	10-12-2008
				ES	2340974 T3	11-06-2010
				FR	2916719 A1	05-12-2008
25	EP 1989624	A1	12-11-2008	AT	456091 T	15-02-2010
				AU	2006337907 A1	16-08-2007
				CA	2641682 A1	16-08-2007
				DK	1989624 T3	17-05-2010
30				EP	1989624 A1	12-11-2008
				ES	2340720 T3	08-06-2010
				JP	5203223 B2	05-06-2013
				JP	2009526299 A	16-07-2009
				NO	337469 B1	18-04-2016
				NZ	570745 A	29-07-2011
35				US	2010318851 A1	16-12-2010
				WO	2007091005 A1	16-08-2007
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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