

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
01. August 2019 (01.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/145094 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H04L 12/40 (2006.01) H04W 92/00 (2009.01)
H04W 84/12 (2009.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/085251

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Dezember 2018 (17.12.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
18153191.4 24. Januar 2018 (24.01.2018) EP

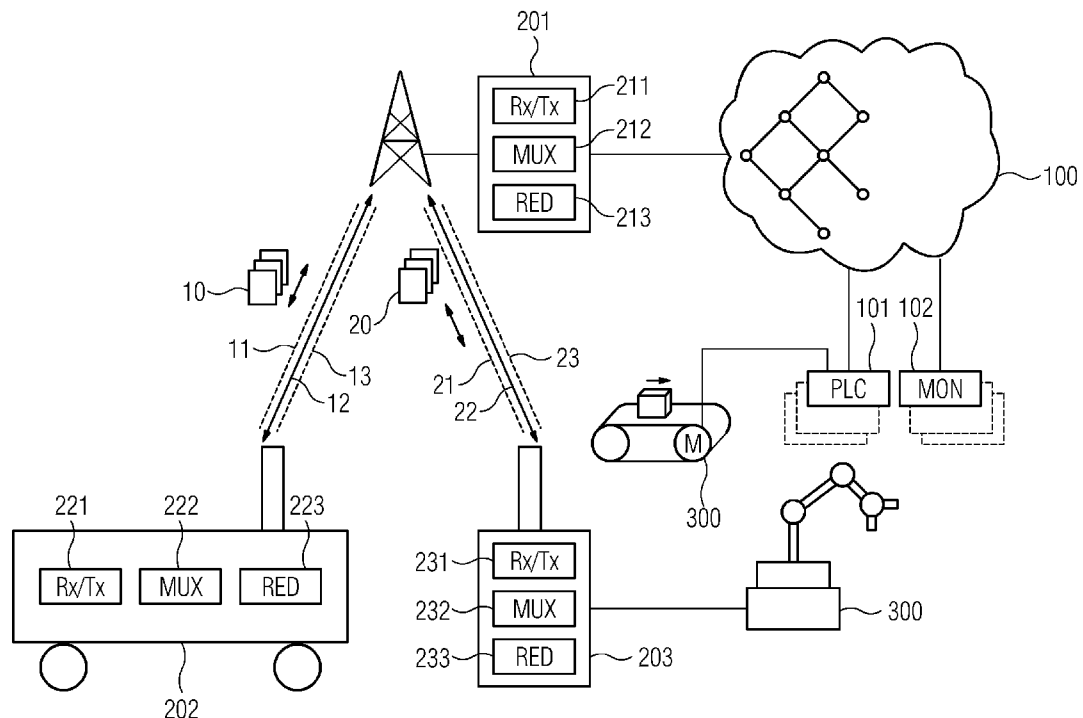
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **KLOIBER, Bernhard**; Ahornallee 8, 83620 Feldkirchen-Westerham (DE). **RICHTER, Siegfried**; Meissenbachstr. 16, 91207 Lauf (DE). **KORNBICHLER, Andreas**; Rieder Straße 16, 83623 Dietramszell (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: RADIO COMMUNICATION SYSTEM FOR AN INDUSTRIAL AUTOMATION SYSTEM AND METHOD FOR OPERATING A RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(54) Bezeichnung: FUNK-KOMMUNIKATIONSSYSTEM FÜR EIN INDUSTRIELLES AUTOMATISIERUNGSSYSTEM UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES FUNK-KOMMUNIKATIONSSYSTEMS



(57) Abstract: The invention relates to a radio communication system for an industrial automation system, comprising at least one radio base station and at least one radio subscriber station, which each have a multiplexer unit for data frames to be transmitted redundantly. The radio base station and the radio subscriber station each transmit data frames to be transmitted redundantly in parallel over a plurality of carrier frequencies different from one another and each comprise a redundancy treatment unit for processing received redundant data frames. The redundancy treatment units detect respectively received redundant data frames or restore redundantly transmitted data



WO 2019/145094 A1

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

frames from different data frame fragments.

(57) Zusammenfassung: Ein Funk-Kommunikationssystem für ein industrielles Automatisierungssystem umfasst zumindest eine Funk-Basisstation und zumindest eine Funk-Teilnehmerstation, die jeweils eine Multiplexereinheit für redundant zu sendende Datenrahmen aufweisen. Die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation übertragen jeweils redundant zu sendende Datenrahmen parallel über mehrere voneinander verschiedene Trägerfrequenzen und umfassen jeweils eine Redundanzbehandlungseinheit zur Verarbeitung empfangener redundanter Datenrahmen. Die Redundanzbehandlungseinheiten detektieren jeweils empfangene redundante Datenrahmen bzw. stellen redundant gesendete Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten wieder her.

Beschreibung

Funk-Kommunikationssystem für ein industrielles
Automatisierungssystem und Verfahren zum Betrieb eines Funk-
5 Kommunikationssystems

Industrielle Automatisierungssysteme dienen zur Überwachung,
Steuerung und Regelung von technischen Prozessen, insbesonde-
re im Bereich Fertigungs-, Prozess- und Gebäudeautomatisie-
10 rung, und ermöglichen einen Betrieb von Steuerungseinrichtun-
gen, Sensoren, Maschinen und industriellen Anlagen, der mög-
lichst selbständig und unabhängig von menschlichen Eingriffen
erfolgen soll. Aufgrund einer ständig steigenden Bedeutung
von Informationstechnik für Automatisierungssysteme, die
15 zahlreiche vernetzte Steuerungs- bzw. Rechereinheiten umfas-
sen, gewinnen Verfahren zur zuverlässigen Bereitstellung von
über ein Automatisierungssystem verteilten Funktionen für ei-
ne Bereitstellung von Überwachungs-, Steuerungs- und Rege-
lungsfunktionen verstärkt an Bedeutung.

20

Unterbrechungen von Kommunikationsverbindungen zwischen Rech-
nereinheiten eines industriellen Automatisierungssystems oder
Automatisierungsgeräten können zu einer unerwünschten oder
unnötigen Wiederholung einer Übermittlung einer Dienstanfor-
25 derung führen. Außerdem können nicht oder nicht vollständig
übermittelte Nachrichten beispielsweise einen Übergang oder
Verbleib eines industriellen Automatisierungssystems in einen
sicheren Betriebszustand verhindern. Dies kann schließlich zu
einem Ausfall einer kompletten Produktionsanlage und einem
30 kostspieligen Produktionsstillstand führen. Eine besondere
Problematik resultiert in industriellen Automatisierungssys-
temen regelmäßig aus einem Meldungsverkehr mit verhältnismä-
ßig vielen, aber relativ kurzen Nachrichten, wodurch obige
Probleme verstärkt werden.

Um Ausfälle von Kommunikationsverbindungen oder -geräten kompensieren zu können, sind Kommunikationsprotokolle, wie Media Redundancy Protocol, High-availability Seamless Redundancy
5 oder Parallel Redundancy Protocol, für hochverfügbare, redundant betreibbare industrielle Kommunikationsnetze entwickelt worden. Media Redundancy Protocol (MSR) ist im Standard IEC 62439 definiert und ermöglicht eine Kompensation einzelner Verbindungsausfälle in Netzen mit einfacher Ringtopologie bei
10 stoßbehafteter redundanter Übertragung von Nachrichten. Entsprechend Media Redundancy Protocol ist einem Switch mit zwei Ports innerhalb der Ringtopologie ein Redundanz-Manager zugeordnet, der das Netz auf Verbindungsausfälle überwacht und ggf. eine Schaltmaßnahme für einen Ringschluss einleitet.

15

Stoßbehaftete Medienredundanzverfahren lassen sich grundsätzlich mit relativ geringem Aufwand realisieren. Nachteilig ist jedoch, dass einerseits Nachrichten im Fehlerfall verloren gehen können und andererseits während einer Rekonfiguration
20 eines Kommunikationsnetzes zunächst ein Störungszustand vorliegt. Ein derartiger Störungszustand muss durch ein überlagertes Kommunikationsprotokoll, beispielsweise mittels TCP/IP auf Vermittlungs- bzw. Transportschichtebene, gesichert werden, um eine Unterbrechung einer Kommunikationsverbindung zu
25 vermeiden.

Auch PROFINET (IEC 61158 Type 10) referenziert Media Redundancy Protocol als stoßbehaftetes Medienredundanzverfahren innerhalb eines Kommunikationsnetzes mit Ringtopologie. Media
30 Redundancy Planned Duplication (MRPD) stellt demgegenüber eine Erweiterung für eine stoßfreie Übertragung von isochronen Echtzeitdaten dar. Bei Media Redundancy Planned Duplication handelt es sich jedoch nicht um ein anwendungsneutrales stoß-

freies Medienredundanzverfahren, sondern um eine PROFINET-spezifische Erweiterung.

High-availability Seamless Redundancy (HSR) und Parallel Redundancy Protocol (PRP) sind im Standard IEC 62439-3 definiert und ermöglichen eine stoßfreie redundante Übertragung von Nachrichten mit äußerst geringen Erholungszeiten. Entsprechend High-availability Seamless Redundancy und Parallel Redundancy Protocol wird jede Nachricht von einem sendenden Kommunikationsgerät dupliziert und auf zwei verschiedenen Wegen zu einem Empfänger geschickt. Durch ein empfängerseitiges Kommunikationsgerät werden Duplikate darstellende redundante Nachrichten aus einem empfangenen Datenstrom ausgefiltert.

Im Standard IEC 62439-3 sind für das Parallel Redundancy Protocol (PRP) aufgrund verhältnismäßig langer Latenzlaufzeiten in Drahtlos-Kommunikationssystemen und eines dadurch bedingten nicht-deterministischen Übertragungsverhaltens bislang ausschließlich kabelgebundene Übertragungstrecken vorgeschrieben. In „Towards a Reliable Parallel Redundant WLAN Black Channel“, Markus Rentschler, Per Laukemann, IEEE 2012 wird eine Eignung von WLAN-Übertragungstrecken in PRP-Kommunikationsnetzen untersucht. Mittels paralleler Anwendung unterschiedlicher Diversitätstechniken für beispielsweise Raum, Zeit und Frequenz können in WLAN-Kommunikationsnetzen Auswirkungen von stochastischem Kanalschwund hinreichend kompensiert werden.

Aus EP 2 712 124 A1 ist ein redundant betriebenes industrielles Kommunikationssystem mit redundant an ein industrielles Kommunikationsnetz angebundene Kommunikationsgeräten bekannt, bei dem eine Nachrichtenübermittlung zumindest abschnittsweise kabellos erfolgt. Im industriellen Kommunikationsnetz ist eine Mehrzahl von Puffer-Speichereinheiten für an

einem Netzknoten kabelgebunden empfangene und von diesem kabellos zu sendende Nachrichtenelemente vorgesehen. Bei Überschreiten einer maximalen Puffer-Größe wird ein ältestes in der jeweiligen Puffer-Speichereinheit befindliches Nachrichtenelement gelöscht. Bis zu einem Überschreiten der maximalen Puffer-Größe wird das älteste Nachrichtenelement als nächstes kabellos zu sendendes Nachrichtenelement ausgewählt.

In einem redundant betreibbaren industriellen Kommunikationssystem ist ein erstes Kommunikationsgerät mit Redundanzfunktion entsprechend EP 3 211 838 A1 über einen ersten und zweiten Kommunikationsnetzanschluss redundant an einen ersten Switch o.ä. angeschlossen. Analog dazu ist ein zweites Kommunikationsgerät mit Redundanzfunktion über einen ersten und zweiten Kommunikationsnetzanschluss redundant an einen zweiten Switch o.ä. angeschlossen ist. Vom ersten Kommunikationsnetzanschluss des ersten und des zweiten Kommunikationsgeräts an den jeweiligen Switch übermittelte Datenrahmen werden einem ersten virtuellen lokalen Netz zugeordnet, während vom zweiten Kommunikationsnetzanschluss des ersten und des zweiten Kommunikationsgeräts an den jeweiligen Switch übermittelte Datenrahmen einem zweiten virtuellen lokalen Netz zugeordnet werden. Dem ersten virtuellen lokalen Netz zugeordnete Datenrahmen werden mittels einer jeweiligen ersten Funk-Transceiver-Station über ein erstes Funknetz gesendet, während dem zweiten virtuellen lokalen Netz zugeordnete Datenrahmen mittels einer jeweiligen zweiten Funk-Transceiver-Station über ein zweites Funknetz gesendet werden.

EP 3 211 962 A1 betrifft ein Funk-Kommunikationssystem für ein industrielles Automatisierungssystem, bei dem zumindest ein erstes und ein zweites Kommunikationsgerät redundant an ein industrielles Kommunikationsnetz angebunden sind. Das erste und das zweite Kommunikationsgerät sind jeweils über

ihren ersten und über ihren Kommunikationsnetzanschluss mittel- oder unmittelbar mit einer jeweiligen ersten und mit einer jeweiligen zweiten Funk-Transceiver-Station verbunden. Die ersten und zweiten Funk-Transceiver-Stationen legen eine
5 Reihenfolge für innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls zu sendende Datenrahmen anhand den zu sendenden Datenrahmen zugeordneter Ziel-MAC-Adressen fest. Die Reihenfolge innerhalb an eine ausgewählte Ziel-MAC-Adresse zu sendender Datenrahmen wird durch ihre Eingangsreihenfolge festgelegt.

10

Aus WO 2014/187893 A1 ist ein System entsprechend dem Oberbegriff in Anspruch 1 bekannt. Jedoch ist dort insbesondere nicht vorgesehen, dass Datenrahmen aus Datenrahmenfragmenten, die jeweils unvollständig oder fehlerhaft über unterschiedliche Übertragungstrecken empfangen worden sind, wiedergeherstellt werden. Stattdessen wird dort ein reines Timing Combining angewendet, bei dem ein erstmalig vollständig empfangenes Datagramm sofort weitergeleitet wird und später über redundante Pfade ankommende Kopien verworfen werden.

20

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein ausfallsicheres Funk-Kommunikationssystem für ein industrielles Automatisierungssystem zu schaffen, das eine effizientere Funk-Ressourcennutzung ermöglicht, ein Verfahren zu dessen
25 Betrieb sowie geeignete Systemkomponenten anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Funk-Kommunikationssystem mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen, durch eine Funk-Basisstation mit den in Anspruch 15 angegebenen Merkmalen, durch eine Funk-Teilnehmerstation mit den in
30 Anspruch 16 angegebenen Merkmalen und durch ein Verfahren mit den in Anspruch 17 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße Funk-Kommunikationssystem für ein industrielles Automatisierungssystem weist zumindest eine Funk-Basisstation auf, die zumindest eine Funk-Sende- und -Empfangseinheit umfasst. Außerdem ist zumindest eine mit der Funk-Basisstation verbindbare Funk-Teilnehmerstation vorgesehen, die zumindest eine Funk-Sende- und -Empfangseinheit umfasst. Die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation sind dafür ausgestaltet und eingerichtet, miteinander Datenrahmen auszutauschen, die zumindest über eine ausgewählte Trägerfrequenz übertragen werden.

Die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation umfassen erfindungsgemäß jeweils eine Multiplexereinheit für redundant zu sendende Datenrahmen. Darüber hinaus sind die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet, redundant zu sendende Datenrahmen parallel über mehrere voneinander verschiedene Trägerfrequenzen zu übertragen. Außerdem umfassen die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils eine Redundanzbehandlungseinheit zur Verarbeitung empfangener redundanter Datenrahmen. Die Redundanzbehandlungseinheiten sind jeweils für eine Detektion empfangener redundanter Datenrahmen bzw. für eine Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten ausgestaltet und eingerichtet.

Das erfindungsgemäße Funk-Kommunikationssystem bietet eine signifikante Reduktion von Latenz und Jitter, insbesondere indem redundante Informationen parallel über mehrere unterschiedliche Trägerfrequenzen statt seriell übertragen werden. Bei üblicher Separation der Trägerfrequenzen ist es zudem sehr unwahrscheinlich, dass auf mehreren Trägerfrequenzen gleichzeitig durch dieselbe Störquelle Interferenzen hervor-

gerufen werden. Somit bietet das erfindungsgemäße Funk-Kommunikationssystem eine erhöhte Unempfindlichkeit gegenüber Interferenzen.

5 Entsprechend einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet, für eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen verwendete Trägerfrequenzen entsprechend Inter-band Carrier Aggregation
10 zu separieren. Damit kann die vorliegende Erfindung auf Basis bewährter standardisierter Verfahren realisiert werden. Darüber hinaus können die Multiplexereinheiten jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sein, über voneinander verschiedene Trägerfrequenzen redundant zu sendende Datenrahmen
15 entsprechend jeweils unterschiedlicher Codierungsschemata zu codieren. Dies ermöglicht eine nochmals erhöhte Unempfindlichkeit gegenüber Störungen.

Die Redundanzbehandlungseinheiten sind erfindungsgemäß jeweils für eine Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten mittels Maximum-ratio Combining, Selection Combining oder Incremental Redundancy ausgestaltet und eingerichtet. Mit derartigen Redundanzkonzepten ist auch dann noch eine erfolgreiche Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen möglich, wenn
25 sich Störungen auf mehrere oder alle Trägerfrequenzen auswirken.

Vorzugsweise sind die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet, für
30 eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen verwendete Trägerfrequenzen Signalqualitätswerte bzw. Übertragungsfehler zu ermitteln. Auf Basis einer entsprechenden fortlaufenden Überwachung können verwendete Trägerfrequenzen bei-

spielsweise adaptiv ausgewählt werden. Darüber hinaus können die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sein, anhand ermittelter Signalqualitätswerte bzw. Übertragungsfehler eine Coderaten-Adaption für eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen durchzuführen. Vorteilhafterweise erfolgt bei einem unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegendem Signalqualitätswert bzw. bei oberhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegenden Übertragungsfehlern eine Coderaten-Verringerung. Außerdem kann bei einem oberhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegendem Signalqualitätswert bzw. bei unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegenden Übertragungsfehlern eine Coderaten-Erhöhung erfolgen. Insbesondere kann die Coderaten-Adaption Trägerfrequenz-individuell erfolgen.

Entsprechend einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet, anhand ermittelter Signalqualitätswerte bzw. Übertragungsfehler geänderte oder zusätzliche Trägerfrequenzen für eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen auszuwählen oder verwendete Trägerfrequenzen freizugeben. Vorteilhafterweise sind die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet, potentielle Interferenzquellen bzw. störungsfrei nutzbare Trägerfrequenzen mittels Cognitive Radio zu ermitteln.

Alternativ oder zusätzlich können die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sein, für eine Übertragung als zeitkritisch gekennzeichneteter Datenrahmen nicht mehr benötigter Trägerfrequenzen temporär für eine Übertragung als zeitunkritisch gekennzeichneteter Datenrahmen freizugeben. Entsprechend einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind die Funk-Basis-

station und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet, temporär für eine Übertragung als zeitunkritisch gekennzeichnete Datenrahmen freigegebene Trägerfrequenzen präemptiv für eine Übertragung als zeitkritisch gekennzeichnete Datenrahmen zuzuteilen.

Entsprechend einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils für eine CSMA-Kollisionsvermeidung und zur Anwendung von Listen Before Talk für ein Abhören einer großen Anzahl von Trägerfrequenzen als tatsächlich verwendet ausgestaltet. Insbesondere sind die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation vorzugsweise einem Wireless Local Area Network, einem WiMAX-, einem UMTS-, einem LTE-, einem 5G-Mobilfunknetz oder einem sonstigen Mobilfunknetz zugeordnet.

Die erfindungsgemäße Funk-Basisstation ist für ein Kommunikationssystem entsprechend vorangehenden Ausführungen vorgesehen und weist zumindest eine Funk-Sende- und -Empfangseinheit auf. Die Funk-Basisstation ist dafür ausgestaltet und eingerichtet, mit zumindest einer Funk-Teilnehmerstation Datenrahmen auszutauschen, die zumindest über eine ausgewählte Trägerfrequenz übertragen werden. Außerdem umfasst die Funk-Basisstation eine Multiplexereinheit für redundant zu sendende Datenrahmen.

Darüber hinaus ist die erfindungsgemäße Funk-Basisstation dafür ausgestaltet und eingerichtet, redundant zu sendende Datenrahmen parallel über mehrere voneinander verschiedene Trägerfrequenzen zu übertragen. Zusätzlich umfasst die Funk-Basisstation eine Redundanzbehandlungseinheit zur Verarbeitung empfangener redundanter Datenrahmen. Die Redundanzbehandlungseinheit ist für eine Detektion empfangener redundanter Datenrahmen bzw. für eine Wiederherstellung redundant ge-

sendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten ausgestaltet und eingerichtet.

Die erfindungsgemäße Funk-Teilnehmerstation ist für ein Kommunikationssystem entsprechend vorangehenden Ausführungen
5 vorgesehen und weist zumindest eine Funk-Sende- und -Empfangseinheit auf. Die Funk-Teilnehmerstation ist dafür ausgestaltet und eingerichtet, mit zumindest einer Funk-Basisstation Datenrahmen auszutauschen, die zumindest über eine
10 ausgewählte Trägerfrequenz übertragen werden. Außerdem umfasst die Funk-Teilnehmerstation eine Multiplexereinheit für redundant zu sendende Datenrahmen.

Des Weiteren ist die erfindungsgemäße Funk-Teilnehmerstation
15 dafür ausgestaltet und eingerichtet, redundant zu sendende Datenrahmen parallel über mehrere voneinander verschiedene Trägerfrequenzen zu übertragen. Zusätzlich umfasst die Funk-Teilnehmerstation eine Redundanzbehandlungseinheit zur Verarbeitung empfangener redundanter Datenrahmen. Die Redundanzbehandlungseinheit ist für eine Detektion empfangener redundanter
20 Datenrahmen bzw. für eine Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten ausgestaltet und eingerichtet.

25 Das erfindungsgemäße Verfahren ist zum Betrieb eines Funk-Kommunikationssystems entsprechend vorangehenden Ausführungen vorgesehen, wobei das Funk-Kommunikationssystem zumindest eine Funk-Basisstation mit zumindest einer Funk-Sende- und -Empfangseinheit und zumindest eine mit der Funk-Basisstation
30 verbindbare Funk-Teilnehmerstation aufweist, die zumindest eine Funk-Sende- und -Empfangseinheit umfasst. Die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation tauschen miteinander Datenrahmen aus, die zumindest über eine ausgewählte Trägerfrequenz übertragen werden. Sowohl die Funk-Basis-

station als auch die Funk-Teilnehmerstation umfassen jeweils eine Multiplexereinheit für redundant zu sendende Datenrahmen.

5 Darüber hinaus übertragen die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren jeweils redundant zu sendende Datenrahmen parallel über mehrere voneinander verschiedene Trägerfrequenzen. Die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation umfassen außerdem
10 jeweils eine Redundanzbehandlungseinheit zur Verarbeitung empfangener redundanter Datenrahmen. Die Redundanzbehandlungseinheiten detektieren jeweils empfangene redundante Datenrahmen bzw. stellen redundant gesendete Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten wieder her.

15

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt die

20 Figur ein industrielles Automatisierungssystem mit einem Kommunikationsnetz und einem an dieses angeschlossenen Funk-Kommunikationssystem.

Das in der Figur dargestellte industrielle Automatisierungssystem umfasst ein Kommunikationsnetz 100, an das mehrere Automatisierungsgeräte 101, 102 und ein Funk-Kommunikationssystem
25 angeschlossen sind. Das Funk-Kommunikationssystem umfasst im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine drahtgebunden mit dem Kommunikationsnetz 100 verbundene Funk-Basisstation
30 201 und mehrere mit der Funk-Basisstation 201 verbindbare Funk-Teilnehmerstationen 202, 203.

Das Kommunikationsnetz 100 umfasst eine Vielzahl von Netzknoten, an denen Netzinfrastrukturgeräte vorgesehen sind. Die

Netzinfrasturkturgeräte 200-202 können beispielsweise Switche, Router oder Firewalls sein und zum Anschluss von Automatisierungsgeräten 101, 102 dienen. Zu Automatisierungsgeräten zählen insbesondere speicherprogrammierbaren Steuerungen 5 101, Eingabe/Ausgabe-Einheiten (I/O-Module) oder Bedien- und Beobachtungsstationen 102 des industriellen Automatisierungssystems.

Speicherprogrammierbare Steuerungen 101 umfassen typischerweise jeweils ein Kommunikationsmodul, eine Zentraleinheit sowie zumindest eine Eingabe/Ausgabe-Einheit. Eingabe/Ausgabe-Einheiten können grundsätzlich auch als dezentrale Peripheriemodule ausgestaltet sein, die entfernt von einer speicherprogrammierbaren Steuerung angeordnet sind. Über ihr Kommunikationsmodul kann eine speicherprogrammierbare Steuerung 15 101 beispielsweise mit einem Switch oder Router oder zusätzlich mit einem Feldbus verbunden werden. Die Eingabe/Ausgabe-Einheit dient einem Austausch von Steuerungs- und Messgrößen zwischen einer speicherprogrammierbaren Steuerung 101 und einem mit der speicherprogrammierbaren Steuerung 101 verbundenen Sensor bzw. einer gesteuerten Maschine oder Anlage 300. Ein Sensor bzw. eine Maschine oder Anlage 300 kann grundsätzlich auch über das Funk-Kommunikationssystem mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung 101 verbunden werden. Die 25 Zentraleinheit einer speicherprogrammierbaren Steuerung 101 ist insbesondere für eine Ermittlung geeigneter Steuerungsgrößen aus erfassten Messgrößen vorgesehen. Obige Komponenten einer speicherprogrammierbaren Steuerung 101 können beispielsweise über ein Rückwandbus-System miteinander verbunden 30 werden.

Eine Bedien- und Beobachtungsstation 102 dient insbesondere zur Visualisierung von Prozessdaten bzw. Mess- und Steuerungsgrößen, die durch speicherprogrammierbare Steuerungen,

Eingabe/Ausgabe-Einheiten oder Sensoren verarbeitet bzw. erfasst werden. Insbesondere wird eine Bedien- und Beobachtungsstation 102 zur Anzeige von Werten eines Regelungskreises und zur Veränderung von Regelungsparametern verwendet.

5 Bedien- und Beobachtungsstationen 102 umfassen zumindest eine graphische Benutzerschnittstelle, ein Eingabegerät, eine Prozessoreinheit und ein Kommunikationsmodul.

Sowohl die Funk-Basisstation 201 als auch die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 umfassen jeweils neben einer Antennenanordnung eine Funk-Sende- und -Empfangseinheit 211, 221, 231. Die Funk-Basisstation 201 und die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 können beispielsweise einem Wireless Local Area Network, einem WiMAX-, einem UMTS-, einem LTE-, einem 10 5G-Mobilfunknetz oder einem sonstigen Mobilfunknetz zugeordnet sein. Darüber hinaus sind die Funk-Basisstation 201 einerseits und die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 andererseits dafür ausgestaltet und eingerichtet, über die Funk-Basisstation 201 Datenrahmen 10, 20 auszutauschen, die über 15 ausgewählte Trägerfrequenzen übertragen werden. Die Datenrahmen 10, 20 umfassen im vorliegenden Ausführungsbeispiel insbesondere Prozessdaten bzw. Mess- und Steuerungsgrößen, die mit den Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 verbundenen Fahrzeugen bzw. Sensoren, Maschinen oder Anlagen 300 zugeordnet 20 sind.

Zusätzlich umfassen die Funk-Basisstation 201 und die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 jeweils eine Multiplexereinheit 212, 222, 232 für redundant zu sendende Datenrahmen 10, 20. 30 Dabei übertragen die Funk-Basisstation 201 und die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 jeweils redundant zu sendende Datenrahmen 10, 20 parallel über mehrere voneinander verschiedene Trägerfrequenzen 11-13, 21-23. Außerdem sind die Funk-Basisstation 201 und die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 jeweils

dafür ausgestaltet und eingerichtet, für eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen verwendete Trägerfrequenzen entsprechend Inter-band Carrier Aggregation zu separieren. Vorzugsweise hören die Funk-Basisstation 201 und die Funk-
5 Teilnehmerstationen 202, 203 jeweils für eine CSMA-Kollisionsvermeidung und zur Anwendung von Listen Before Talk eine größere Anzahl von Trägerfrequenzen ab als tatsächlich verwendet. Entsprechend einer vorteilhaften Realisierungsvariante sind die Multiplexereinheiten 212, 222, 232 jeweils dafür
10 ausgestaltet und eingerichtet, über voneinander verschiedene Trägerfrequenzen redundant zu sendende Datenrahmen entsprechend jeweils unterschiedlicher Codierungsschemata zu codieren.

15 Des Weiteren umfassen die Funk-Basisstation 201 und die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 jeweils eine Redundanzbehandlungseinheit 213, 223, 233 zur Verarbeitung empfangener redundanter Datenrahmen. Die Redundanzbehandlungseinheiten 213, 223, 233 sind jeweils für eine Detektion empfangener redundanter Datenrahmen bzw. für eine Wiederherstellung redundant
20 gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten ausgestaltet und eingerichtet. Die Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten erfolgt dabei vorzugsweise mittels Maximum-ratio Combining, Selection Combining oder Incremental Redundancy.
25

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ermitteln die Funk-Basisstation 201 und die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203
30 jeweils Signalqualitätswerte bzw. Übertragungsfehler für Trägerfrequenzen, die zur Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen verwendet werden. Anhand ermittelter Signalqualitätswerte bzw. Übertragungsfehler führen die Funk-Basisstation 201 bzw. die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 eine

Coderaten-Adaption für eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen durch. Insbesondere erfolgt bei einem unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegendem Signalqualitätswert bzw. bei oberhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegenden Übertragungsfehlern eine Coderaten-Verringerung. Dagegen erfolgt bei einem oberhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegendem Signalqualitätswert bzw. bei unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegenden Übertragungsfehlern eine Coderaten-Erhö-
10
15
20
25
30

10
15
20
25
30

Darüber hinaus sind die Funk-Basisstation 201 und die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet, anhand ermittelter Signalqualitätswerte bzw. Übertragungsfehler geänderte oder zusätzliche Trägerfrequenzen für eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen auszuwählen oder verwendete Trägerfrequenzen freizugeben. Potentielle Interferenzquellen bzw. störungsfrei nutzbare Trägerfrequenzen werden dabei vorteilhafterweise mittels Cognitive Radio ermittelt. Ferner können die Funk-Basisstation 201 und die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 jeweils dafür konfiguriert werden, für eine Übertragung als zeitkritisch gekennzeichneten Datenrahmen nicht mehr benötigter Trägerfrequenzen temporär für eine Übertragung als zeitunkritisch gekennzeichneten Datenrahmen freizugeben. Beispielsweise teilen die Funk-Basisstation 201 bzw. die Funk-Teilnehmerstationen 202, 203 dabei temporär für eine Übertragung als zeitunkritisch gekennzeichneten Datenrahmen freigegebene Trägerfrequenzen präemptiv für eine Übertragung als zeitkritisch gekennzeichneten Datenrahmen zu. Dies ermöglicht eine besonders effiziente Nutzung zur Verfügung stehender Trägerfrequenzen, ohne zeitkritischen Datenverkehr zu beeinträchtigen.

Patentansprüche

1. Funk-Kommunikationssystem für ein industrielles Automatisierungssystem mit

- 5 – zumindest einer Funk-Basisstation (201), die zumindest eine Funk-Sende- und -Empfangseinheit (211) umfasst,
- zumindest einer mit der Funk-Basisstation verbindbaren Funk-Teilnehmerstation (202, 203), die zumindest eine Funk-Sende- und -Empfangseinheit (221, 231) umfasst,
- 10 – wobei die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation dafür ausgestaltet und eingerichtet sind, miteinander Datenrahmen (10, 20) auszutauschen, die zumindest über eine ausgewählte Trägerfrequenz übertragen werden,
- wobei die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils eine Multiplexereinheit (212, 222, 232)
15 für redundant zu sendende Datenrahmen umfassen und jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sind, redundant zu sendende Datenrahmen parallel über mehrere voneinander verschiedene Trägerfrequenzen (11-13, 21-23) zu übertragen,
20 und
- wobei die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils eine Redundanzbehandlungseinheit (213) zur Verarbeitung empfangener redundanter Datenrahmen umfassen,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
- die Redundanzbehandlungseinheiten jeweils für eine Detektion empfangener redundanter Datenrahmen und für eine Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten ausgestaltet und
30 eingerichtet sind
- die Redundanzbehandlungseinheiten jeweils für eine Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten mittels Maximum-

ratio Combining, Selection Combining oder Incremental Redundancy ausgestaltet und eingerichtet sind.

2. Kommunikationssystem nach Anspruch 1,

5 bei dem die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sind, für eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen verwendete Trägerfrequenzen entsprechend Inter-band Carrier Aggregation zu separieren.

10

3. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem die Multiplexereinheiten jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sind, über voneinander verschiedene Trägerfrequenzen redundant zu sendende Datenrahmen entsprechend jeweils unterschiedlicher Codierungsschemata zu codieren.

15

4. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sind, für eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen verwendete Trägerfrequenzen Signalqualitätswerte und/oder Übertragungsfehler zu ermitteln.

20

5. Kommunikationssystem nach Anspruch 4,

25 bei dem die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sind, anhand ermittelter Signalqualitätswerte und/oder Übertragungsfehler eine Coderaten-Adaption für eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen durchzuführen.

30

6. Kommunikationssystem nach Anspruch 5,

bei dem bei einem unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegendem Signalqualitätswert und/oder bei oberhalb eines

vorgegebenen Schwellwerts liegenden Übertragungsfehlern eine Coderaten-Verringerung erfolgt.

7. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 5 oder 6,
5 bei dem bei einem oberhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegendem Signalqualitätswert und/oder bei unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts liegenden Übertragungsfehlern eine Coderaten-Erhö-
hung erfolgt.

10 8. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
bei dem die Coderaten-Adaption Trägerfrequenz-individuell erfolgt.

9. Kommunikationssystem nach Anspruch 4,
15 bei dem die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sind, anhand ermittelter Signalqualitätswerte und/oder Übertragungsfehler geänderte oder zusätzliche Trägerfrequenzen für eine Übertragung redundant zu sendender Datenrahmen auszuwählen oder ver-
20 wendete Trägerfrequenzen freizugeben.

10. Kommunikationssystem nach Anspruch 9,
bei dem die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sind, potentielle
25 Interferenzquellen und/oder störungsfrei nutzbare Trägerfrequenzen mittels Cognitive Radio zu ermitteln.

11. Kommunikationssystem nach Anspruch 9 oder 10,
bei dem die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation
30 jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sind, für eine Übertragung als zeitkritisch gekennzeichneten Datenrahmen nicht mehr benötigter Trägerfrequenzen temporär für eine Übertragung als zeitunkritisch gekennzeichneten Datenrahmen freizugeben.

12. Kommunikationssystem nach Anspruch 11,
bei dem die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation
jeweils dafür ausgestaltet und eingerichtet sind, temporär
5 für eine Übertragung als zeitunkritisch gekennzeichnete Daten-
rahmen freigegebene Trägerfrequenzen präemptiv für eine
Übertragung als zeitkritisch gekennzeichnete Datenrahmen zu-
zuteilen.
- 10 13. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
bei dem die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation
jeweils für eine CSMA-Kollisionsvermeidung und zur Anwendung
von Listen Before Talk für ein Abhören einer größeren Anzahl
von Trägerfrequenzen als tatsächlich verwendet ausgestaltet
15 sind.
14. Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
bei dem die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation
einem Wireless Local Area Network, einem WiMAX-, einem UMTS-,
20 einem LTE-, einem 5G-Mobilfunknetz oder einem sonstigen Mo-
bilfunknetz zugeordnet sind.
15. Funk-Basisstation für ein Kommunikationssystem nach einem
der Ansprüche 1 bis 14 mit
- 25 – zumindest einer Funk-Sende- und -Empfangseinheit,
– wobei die Funk-Basisstation dafür ausgestaltet und einge-
richtet ist, mit zumindest einer Funk-Teilnehmerstation
Datenrahmen auszutauschen, die zumindest über eine ausge-
wählte Trägerfrequenz übertragen werden,
- 30 – wobei die Funk-Basisstation eine Multiplexereinheit für
redundant zu sendende Datenrahmen umfasst und dafür aus-
gestaltet und eingerichtet ist, redundant zu sendende Da-

tenrahmen parallel über mehrere voneinander verschiedene Trägerfrequenzen zu übertragen, und

- wobei die Funk-Basisstation eine Redundanzbehandlungseinheit zur Verarbeitung empfangener redundanter Datenrahmen umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Redundanzbehandlungseinheit für eine Detektion empfangener redundanter Datenrahmen und für eine Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten ausgestaltet und eingerichtet ist,

- die Redundanzbehandlungseinheit für eine Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten mittels Maximum-ratio Combining, Selection Combining oder Incremental Redundancy ausgestaltet und eingerichtet ist.

16. Funk-Teilnehmerstation für ein Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14 mit

- zumindest einer Funk-Sende- und -Empfangseinheit,
- wobei die Funk-Teilnehmerstation dafür ausgestaltet und eingerichtet ist, mit zumindest einer Funk-Basisstation Datenrahmen auszutauschen, die zumindest über eine ausgewählte Trägerfrequenz übertragen werden,

- wobei die Funk-Teilnehmerstation eine Multiplexereinheit für redundant zu sendende Datenrahmen umfasst und dafür ausgestaltet und eingerichtet ist, redundant zu sendende Datenrahmen parallel über mehrere voneinander verschiedene Trägerfrequenzen zu übertragen, und

- wobei die Funk-Teilnehmerstation eine Redundanzbehandlungseinheit zur Verarbeitung empfangener redundanter Datenrahmen umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Redundanzbehandlungseinheit für eine Detektion empfangener redundanter Datenrahmen und für eine Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten ausgestaltet und eingerichtet ist,
5
- die Redundanzbehandlungseinheit für eine Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten mittels Maximum-ratio Combining, Selection Combining oder Incremental Redundancy
10 ausgestaltet und eingerichtet ist.

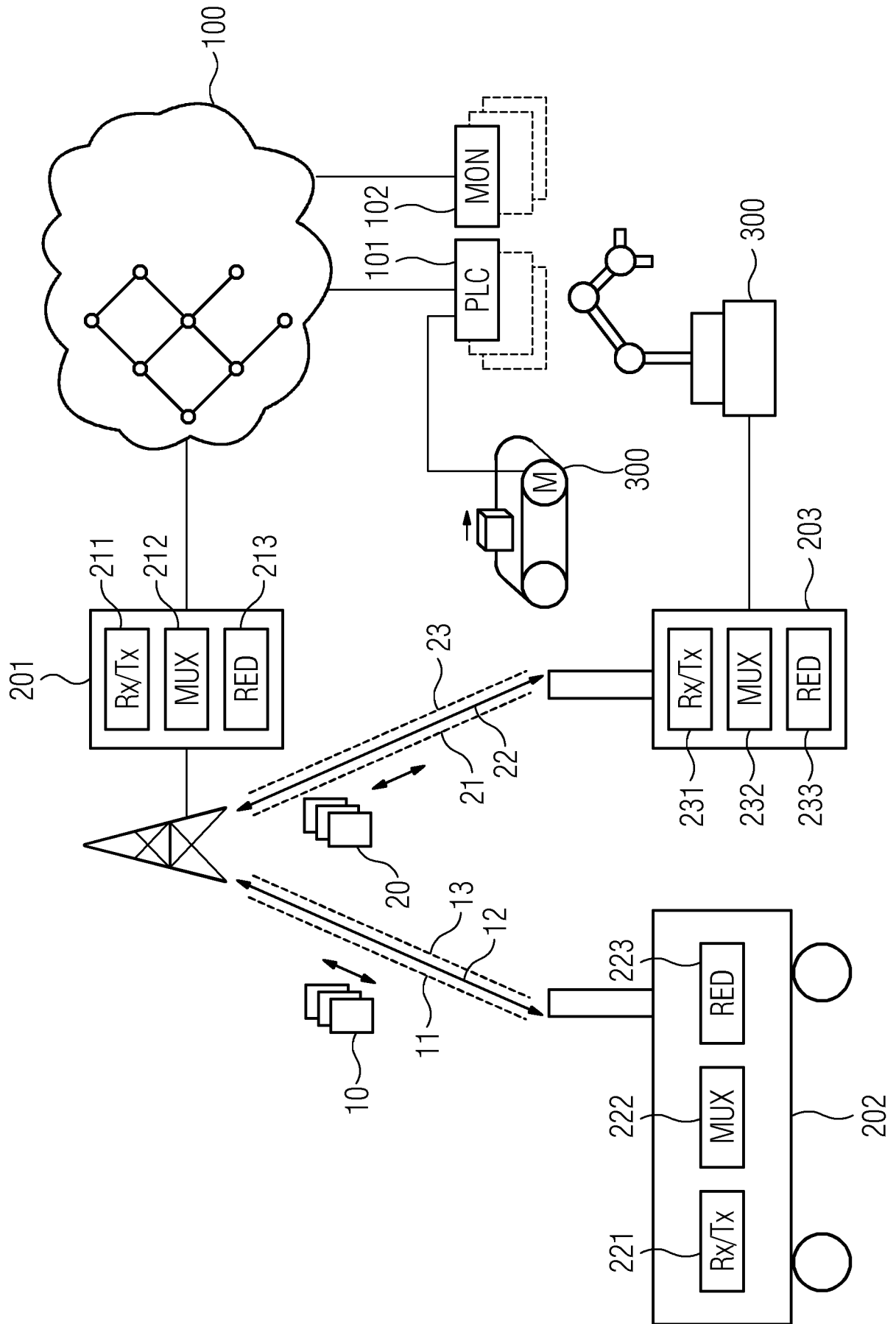
17. Verfahren zum Betrieb eines Funk-Kommunikationssystems für ein industrielles Automatisierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem

- 15 - das Funk-Kommunikationssystem zumindest eine Funk-Basisstation (201), die zumindest eine Funk-Sende- und -Empfangseinheit (211) umfasst, und zumindest eine mit der Funk-Basisstation verbindbare Funk-Teilnehmerstation (202, 203) aufweist, die zumindest eine Funk-Sende- und -
20 Empfangseinheit (221, 231) umfasst,
- wobei die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation miteinander Datenrahmen (10, 20) austauschen, die zumindest über eine ausgewählte Trägerfrequenz übertragen werden,
- 25 - wobei die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils eine Multiplexereinheit (212, 222, 232) für redundant zu sendende Datenrahmen umfassen und jeweils redundant zu sendende Datenrahmen parallel über
30 mehrere voneinander verschiedene Trägerfrequenzen (11-13, 21-23) übertragen, und
- wobei die Funk-Basisstation und die Funk-Teilnehmerstation jeweils eine Redundanzbehandlungseinheit (213,

223, 233) zur Verarbeitung empfangener redundanter Datenrahmen umfassen,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 – die Redundanzbehandlungseinheiten jeweils empfangene redundante Datenrahmen detektieren und redundant gesendete Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten wiederherstellen.
- 10 – die Redundanzbehandlungseinheiten jeweils für eine Wiederherstellung redundant gesendeter Datenrahmen aus unterschiedlichen Datenrahmenfragmenten mittels Maximum-ratio Combining, Selection Combining oder Incremental Redundancy ausgestaltet und eingerichtet sind.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/085251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H04L 12/40</i> (2006.01)i; <i>H04W 84/12</i> (2009.01)i; <i>H04W 92/00</i> (2009.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04L; H04W		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014187893 A1 (HIRSCHMANN AUTOM & CONTROL [DE]) 27 November 2014 (2014-11-27) abstract; figures 1,3,4,7 page 1 - page 4; claims 1-4	1-10,13-17
Y	GIANLUCA CENA ET AL. "Dynamic duplicate deferral techniques for redundant Wi-Fi networks" <i>PROCEEDINGS OF THE 2014 IEEE EMERGING TECHNOLOGY AND FACTORY AUTOMATION (ETFA)</i> , 01 September 2014 (2014-09-01), pages 1-8 DOI: 10.1109/ETFA.2014.7005156 ISBN: 978-1-4799-4845-1. XP055288729 abstract column 1 - column 7	1-10,13-17
Y	CENA GIANLUCA ET AL. "An enhanced MAC to increase reliability in redundant Wi-Fi networks" <i>2014 10TH IEEE WORKSHOP ON FACTORY COMMUNICATION SYSTEMS (WFCS 2014)</i> , <i>IEEE</i> , 05 May 2014 (2014-05-05), pages 1-10 DOI: 10.1109/WFCS.2014.6837591 XP032608485 column 1 - column 3	1-10,13-17
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 February 2019		Date of mailing of the international search report 27 February 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Martin Bueno, Teresa Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/085251

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Wikipedia. "Diversity Combining" 02 April 2017 (2017-04-02), Retrieved from the Internet: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Diversity_combining&oldid=773378736 [retrieved on 2019-02-14] XP055557234 the whole document	1-10,13-17
Y	DEL COSO A ET AL. "Space-Time Coded Cooperative Multicasting with Maximal Ratio Combining and Incremental Redundancy" <i>PROCEEDINGS OF THE 2007 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS (ICC 2007), 24-28 JUNE 2007, GLASGOW, UK, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA</i> , 01 June 2007 (2007-06-01), pages 6079-6084 ISBN: 978-1-4244-0353-0. XP031126640 column 1 - column 2	1-10,13-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/085251

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2014187893	A1	27 November 2014	DE	102014209745	A1	11 December 2014
				WO	2014187893	A1	27 November 2014
.....							

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H04L12/40 H04W84/12 H04W92/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H04L H04W		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2014/187893 A1 (HIRSCHMANN AUTOM & CONTROL [DE]) 27. November 2014 (2014-11-27) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3,4,7 Seite 1 - Seite 4; Ansprüche 1-4 -----	1-10, 13-17
Y	GIANLUCA CENA ET AL: "Dynamic duplicate deferral techniques for redundant Wi-Fi networks", PROCEEDINGS OF THE 2014 IEEE EMERGING TECHNOLOGY AND FACTORY AUTOMATION (ETFA), 1. September 2014 (2014-09-01), Seiten 1-8, XP055288729, DOI: 10.1109/ETFA.2014.7005156 ISBN: 978-1-4799-4845-1 Zusammenfassung Spalte 1 - Spalte 7 ----- -/--	1-10, 13-17
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
15. Februar 2019	27/02/2019	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Martin Bueno, Teresa	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>CENA GIANLUCA ET AL: "An enhanced MAC to increase reliability in redundant Wi-Fi networks", 2014 10TH IEEE WORKSHOP ON FACTORY COMMUNICATION SYSTEMS (WFCS 2014), IEEE, 5. Mai 2014 (2014-05-05), Seiten 1-10, XP032608485, DOI: 10.1109/WFCS.2014.6837591 Spalte 1 - Spalte 3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10, 13-17
Y	<p>Wikipedia: "Diversity Combining", 2. April 2017 (2017-04-02), XP055557234, Gefunden im Internet: URL:https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Diversity_combining&oldid=773378736 [gefunden am 2019-02-14] das ganze Dokument</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10, 13-17
Y	<p>DEL COSO A ET AL: "Space-Time Coded Cooperative Multicasting with Maximal Ratio Combining and Incremental Redundancy", PROCEEDINGS OF THE 2007 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS (ICC 2007), 24-28 JUNE 2007, GLASGOW, UK, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 1. Juni 2007 (2007-06-01), Seiten 6079-6084, XP031126640, ISBN: 978-1-4244-0353-0 Spalte 1 - Spalte 2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-10, 13-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/085251

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014187893 A1	27-11-2014	DE 102014209745 A1	11-12-2014
		WO 2014187893 A1	27-11-2014
