

(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
09. November 2023 (09.11.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/213448 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H04L 12/40 (2006.01) H04L 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/051719

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Januar 2023 (24.01.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 111 224.1
05. Mai 2022 (05.05.2022) DE

(71) Anmelder: BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: KELLERMANN, Helmut; Bernd-Ise-
mann-Weg 9, 85764 Oberschleissheim (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, CV, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE,

KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)

(54) Title: WIRED COMMUNICATION SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING A TRANSMISSION SIGNAL
STRENGTH OF A NUMBER OF TRANSCEIVERS

(54) Bezeichnung: DRAHTGEBUNDENES KOMMUNIKATIONSSYSTEM UND VERFAHREN ZUM ERMITTELN EINER
SENDESIGNALSTÄRKE EINER MEHRZAHL VON SENDEEMPFÄNGERN

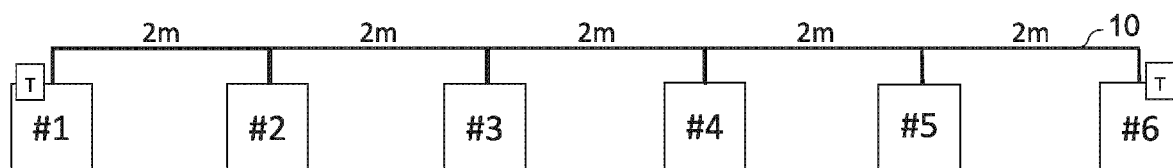


Fig. 1a

100

(57) Abstract: One example of the present disclosure relates to a wired communication system. The wired communication system comprises a number of transceivers, which are connected to one another by means of a wired communication bus. A transmission signal strength of the respective transceivers is individually set such that, on the level of the respective transceivers, a ratio between a maximum received signal strength and a minimum received signal strength of transmission signals of other transceivers is reduced compared to other transmission signal strength configurations.

(57) Zusammenfassung: Ein Beispiel der vorliegenden Offenbarung bezieht sich auf ein drahtgebundenes Kommunikationssystem. Das drahtgebundene Kommunikationssystem umfasst eine Mehrzahl von Sendeempfängern, die über einen drahtgebundenen Kommunikationsbus miteinander verbunden sind. Eine Sendesignalstärke der jeweiligen Sendeempfänger ist individuell so eingestellt, dass, an den jeweiligen Sendeempfängern, ein Verhältnis aus einer maximalen Empfangssignalstärke und einer minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeempfänger gegenüber anderen Sendesignalstärkenkonfigurationen reduziert ist.



WO 2023/213448 A1

Drahtgebundenes Kommunikationssystem und Verfahren zum Ermitteln einer Sendesignalstärke einer Mehrzahl von Sendeempfängern

5

Beschreibung

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf eine drahtgebundenes Kommunikationssystem sowie auf ein Verfahren zum Ermitteln einer Sendesignalstärke einer Mehrzahl von Sendeempfängern.

10

Moderne Fahrzeug enthalten eine Vielzahl separater Komponenten, wie etwa separate Steuergeräte oder Sensoren. Solche Steuergeräte werden beispielsweise über einen Fahrzeugbus miteinander verbunden. Dabei können eine Vielzahl von Steuergeräten und Sensoren über den gleichen Fahrzeugbus miteinander verbunden sein, wobei die Steuergeräte und Sensoren potenziell mit jedem anderen an den Bus angeschlossenen Gerät kommunizieren können. Dabei kann es, etwa aufgrund von Leitungsdämpfung, zu substantiellen Unterschieden in Bezug auf die an den jeweiligen Geräten festgestellten Empfangssignalstärken kommen, je nachdem welches Gerät sendet, was die Signalverarbeitung auf der Empfangsseite erschwert.

15

20

Es besteht der Bedarf für ein verbessertes Konzept für eine Kommunikation über einen drahtgebundenen Bus, und insbesondere über einen drahtgebundenen Fahrzeugbus.

Zusammenfassung

25

Diesem Bedarf wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche Rechnung getragen.

30

Die vorliegende Erfindung basiert auf der Erkenntnis, dass die Signalverarbeitung auf Empfängerseite dadurch verbessert werden kann, dass ein Unterschied zwischen einer maximalen und einer minimalen Empfangssignalstärke, die an einem Empfänger festgestellt wird, reduziert wird. Hierdurch kann erreicht werden, dass sich die unterschiedlichen Empfangssignalstärken angleichen, so dass der Dynamikbereich des jeweiligen Empfängers auf einen kleineren Unterschied zwischen minimaler Empfangssignalstärke und maximaler Empfangssignalstärke eingestellt werden kann. Da es sich bei Bus-Systemen meist um statische Systeme handelt, ist es hier möglich, die Sendesignalstärke der einzelnen Sende-Empfänger schon im Vorhinein so einzustellen, dass, über die an den Bus angeschlossenen Sendeempfänger hinweg, das Verhältnis aus der maximalen Empfangssignalstärke und der minimalen Empfangssignalstärke gegenüber anderen Sendesignalstärkenkonfigurationen reduziert oder minimiert ist.

35

Ein erster Gegenstand der vorliegenden Offenbarung bezieht sich auf ein drahtgebundenes Kommunikationssystem. Das drahtgebundene Kommunikationssystem umfasst eine Mehrzahl von Sendeempfängern, die über einen drahtgebundenen Kommunikationsbus miteinander verbunden sind. Eine Sendesignalstärke der jeweiligen Sendeempfänger ist individuell so eingestellt, dass, an den jeweiligen Sendeempfängern, ein Verhältnis aus einer maximalen Empfangssignalstärke und einer minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeempfänger gegenüber anderen Sendesignalstärkenkonfigurationen reduziert ist. Hierdurch kann, wie angesprochen, der Dynamikbereich des Empfängers besser ausgenutzt werden.

Das vorgeschlagene Konzept kann insbesondere auch für sogenannte OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, Orthogonales Frequenzmultiplexzugriffsverfahren)-basierte Bussysteme angewandt werden, auf denen mehrere orthogonale Subbänder parallel zueinander verwendet werden, damit mehrere Sendeempfänger gleichzeitig senden können. So kann die Mehrzahl von Sendeempfängern ausgebildet sein, über eine Mehrzahl von Frequenzbändern miteinander zu kommunizieren, so dass entsprechend der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern eine entsprechende Anzahl von Sendeempfängern gleichzeitig senden können.

In dem vorgeschlagenen Konzept können nicht nur die Sendesignalstärken eingestellt werden. Auch die Empfangsverstärkung der Sendeempfänger kann entsprechend angepasst werden. Insbesondere kann die Empfangsverstärkung der Sendeempfänger basierend auf einer Summe von Empfangssignalstärken an dem jeweiligen Sendeempfänger eingestellt sein. Damit kann abgebildet werden, dass mehrere Sendeempfänger gleichzeitig senden können, etwa in einem OFDMA-Verfahren ohne die Sendeempfänger im Empfangsbetrieb zu übersteuern.

So kann, wie zuvor geschrieben, die Mehrzahl von Sendeempfängern ausgebildet sein, über eine Mehrzahl von Frequenzbändern miteinander zu kommunizieren, so dass entsprechend der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern eine entsprechende Anzahl von Sendeempfängern gleichzeitig senden können. Entsprechend kann die Summe von Empfangssignalstärken basierend auf der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern gebildet werden. Dabei können beispielsweise die „lautesten“ anderen Sendeempfänger berücksichtigt werden, entsprechend der Anzahl von Frequenzbändern, die genutzt werden.

Durch das vorgeschlagene Konzept werden die Sendesignalstärken der Sendeempfänger individuell eingestellt, so dass das Verhältnis zwischen dem jeweiligen Minimum und Maximum der Empfangssignalstärke reduziert wird. Entsprechend können die Sendesignalstärken so eingestellt sein, dass die Mehrzahl von Sendeempfängern zumindest einen ersten Sendeempfänger und einen zweiten

Sendeempfänger umfasst, wobei sich eine Sendesignalstärke des ersten Sendeeempfängers von einer Sendesignalstärke des zweiten Sendeeempfängers unterscheidet.

Das vorgeschlagene Konzept geht dabei gezielt davon ab, die Sendesignalstärken aller Sendeeempfänger gleich einzustellen. So kann die Sendesignalstärke der jeweiligen Sendeeempfänger individuell so eingestellt sein, dass, an den jeweiligen Sendeeempfängern, das Verhältnis aus der maximalen Empfangssignalstärke und der minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeeempfänger insbesondere gegenüber einer Sendesignalstärkenkonfiguration, in der jeder Sendeeempfänger die gleiche Sendesignalstärke verwendet, reduziert ist. Hierdurch wird der erfindungsgemäße Effekt erreicht.

In drahtgebundenen Kommunikationssystem, und insbesondere Bus-Kommunikationssystemen von Fahrzeugen, gibt es Sendeeempfänger die lediglich Daten empfangen. Diese können beispielsweise bei der Ermittlung der Minima und Maxima ausgeklammert werden. Beispielsweise können bei der Ermittlung der Empfangssignalstärken (ausschließlich) Sendesignale von Sendeeempfängern berücksichtigt sein, bei denen vorgesehen ist, dass sie sendend über den Kommunikationsbus kommunizieren.

Beispielsweise kann können die Sendesignalstärken und/oder die jeweilige Empfangsverstärkung der Sendeeempfänger durch das folgende Verfahren eingestellt werden.

Ein zweiter Gegenstand der vorliegenden Offenbarung bezieht sich auf ein Verfahren zum Ermitteln einer Sendesignalstärke einer Mehrzahl von Sendeeempfängern, die über einen drahtgebundenen Kommunikationsbus miteinander verbunden sind. Das Verfahren umfasst ein Ermitteln, für jeden Sendeeempfänger, einer maximalen Empfangssignalstärke und einer minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeeempfänger basierend auf einer vorgegebenen Sendesignalstärkenkonfiguration. Das Verfahren umfasst ferner ein Anpassen der individuellen Sendesignalstärken der Sendeeempfänger so, dass ein Verhältnis aus der maximalen Empfangssignalstärke und der minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeeempfänger gegenüber anderen Sendesignalstärkenkonfigurationen reduziert wird. Hierdurch kann, wie angesprochen, der Dynamikbereich des Empfängers besser ausgenutzt werden.

Ferner können, wie zuvor angesprochen, die entsprechenden Empfangsverstärkungen individuell eingestellt werden. So kann das Verfahren ferner ein Ermitteln, für jeden Sendeeempfänger, einer Summe von Empfangssignalstärken von Sendesignalen anderer Sendeeempfänger basierend auf den angepassten Sendesignalstärken umfassen. Das Verfahren kann ferner ein Einstellen einer Empfangsverstärkung der Sendeeempfänger basierend auf der jeweiligen Summe von Empfangssignalstärken umfassen. Damit kann abgebildet werden, dass mehrere Sendeeempfänger gleichzeitig senden können, etwa in

einem OFDMA-Verfahren. Gleichzeitig kann der Dynamikbereich der Sendeempfänger im Empfangsbetrieb optimal ausgenutzt werden.

- 5 Entsprechen kann vorgesehen sein, dass die Mehrzahl von Sendeempfänger über eine Mehrzahl von Frequenzbändern miteinander kommunizieren, so dass entsprechend der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern eine entsprechende Anzahl von Sendeempfängern gleichzeitig senden können. Dabei kann die Summe von Empfangssignalstärken basierend auf der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern gebildet werden. Dabei können beispielsweise die „lautesten“ anderen Sendeempfänger berücksichtigt werden, entsprechend der Anzahl von Frequenzbändern, die genutzt werden.
- 10 Ein dritter Gegenstand ist ein Programm mit einem Programmcode zum Durchführen des zuvor vorgestellten Verfahrens, wenn der Programmcode auf einem Computer, einem Prozessor, einem Kontrollmodul oder einer programmierbaren Hardwarekomponente ausgeführt wird.

15 **Figurenkurzbeschreibung**

Einige Beispiele von Vorrichtungen und/oder Verfahren werden nachfolgend beziehungsweise auf die beiliegenden Figuren lediglich beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- 20 Fig. 1a zeigt ein schematisches Diagramm eines drahtgebundenen Kommunikationssystems;

Fig. 1b zeigt ein schematisches Diagramm einer Nutzung mehrerer Frequenzbänder zur Kommunikation;

- 25 Fig. 2a und 2b zeigen Diagramme einer Dämpfung von Signalen auf einem drahtgebundenen Kommunikationsbus über verschiedene Distanzen, ohne und mit dazwischen liegendem Kommunikationsknoten;

- 30 Fig. 3a bis 3c zeigen schematische Diagramme einer Abhängigkeit von Empfangssignalstärken in einem drahtgebundenen Kommunikationssystem von einer Position des jeweiligen sendenden Sendeempfängers;

- 35 Fig. 4a und 4b zeigen eine tabellarische Aufstellung der Abhängigkeit der Empfangssignalstärken in einem drahtgebundenen Kommunikationssystem von der Position des jeweiligen sendenden Sendeempfängers;

Fig. 5 zeigt ein Blockdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln einer Sendesignalstärke einer Mehrzahl von Sendeempfängern, die über einen drahtgebundenen Kommunikationsbus miteinander verbunden sind; und

5 Fig. 6 zeigt eine tabellarische Aufstellung eines Effekts einer Nutzung individuell abgestimmter Sendesignalstärken durch die Sendeempfänger des drahtgebundenen Kommunikationssystems.

10

Beschreibung

Einige Beispiele werden nun ausführlicher Bezug nehmend auf die beiliegenden Figuren beschrieben. Weitere mögliche Beispiele sind jedoch nicht auf die Merkmale dieser detailliert beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Diese können Modifikationen der Merkmale sowie Entsprechungen und Alternativen zu den Merkmalen aufweisen. Ferner soll die Terminologie, die hierin zum Beschreiben bestimmter Beispiele verwendet wird, nicht einschränkend für weitere mögliche Beispiele sein.

15

Gleiche oder ähnliche Bezugszeichen beziehen sich in der gesamten Beschreibung der Figuren auf gleiche oder ähnliche Elemente beziehungsweise Merkmale, die jeweils identisch oder auch in abgewandelter Form implementiert sein können, während sie die gleiche oder eine ähnliche Funktion bereitstellen. In den Figuren können ferner die Stärken von Linien, Schichten und/oder Bereichen zur Verdeutlichung übertrieben sein.

20

Wenn zwei Elemente A und B unter Verwendung eines „oder“ kombiniert werden, ist dies so zu verstehen, dass alle möglichen Kombinationen offenbart sind, d. h. nur A, nur B sowie A und B, sofern nicht im Einzelfall ausdrücklich anders definiert. Als alternative Formulierung für die gleichen Kombinationen kann „zumindest eines von A und B“ oder „A und/oder B“ verwendet werden. Das gilt Äquivalent für Kombinationen von mehr als zwei Elementen.

25

Wenn eine Singularform, z. B. „ein, eine“ und „der, die, das“ verwendet wird und die Verwendung nur eines einzelnen Elements weder explizit noch implizit als verpflichtend definiert ist, können weitere Beispiele auch mehrere Elemente verwenden, um die gleiche Funktion zu implementieren. Wenn eine Funktion im Folgenden als unter Verwendung mehrerer Elemente implementiert beschrieben ist, können weitere Beispiele die gleiche Funktion unter Verwendung eines einzelnen Elements oder einer einzelnen Verarbeitungsentität implementieren. Es versteht sich weiterhin, dass die Begriffe „umfasst“, „umfassend“, „aufweist“ und/oder „aufweisend“ bei deren Gebrauch das Vorhandensein der angegebenen Merkmale, Ganzzahlen, Schritte, Operationen, Prozesse, Elemente, Komponenten und/oder einer Gruppe derselben beschreiben, dabei aber nicht das Vorhandensein oder das

30

35

Hinzufügen eines oder mehrerer anderer Merkmale, Ganzzahlen, Schritte, Operationen, Prozesse, Elemente, Komponenten und/einer Gruppe derselben ausschließen.

Die vorliegende Offenbarung befasst sich mit einer Verbesserung oder Optimierung der Sendeleistung bei einer Kommunikation, insbesondere auch in Bezug auf OFDMA-Kommunikation. Die vorliegende Offenbarung basiert insbesondere auf Untersuchungen zu einem Fahrzeug-Kommunikationsbus mit OFDMA. Im Folgenden wird aufgezeigt, wie eine Anpassung, und insbesondere Verbesserung oder Optimierung der Sendeleistung der einzelnen Busknoten in Abhängigkeit von der jeweiligen Bustopologie, also Leitungslänge und Anzahl der beteiligten Knoten vorgenommen werden kann. Dies geschieht im vorliegenden Konzept durch Anpassung, etwa Dämpfung, der Sendeleistung insbesondere der inneren Knoten.

Fig. 1a zeigt ein schematisches Diagramm eines drahtgebundenen Kommunikationssystems 100. Das drahtgebundene Kommunikationssystem umfasst eine Mehrzahl von Sendeempfängern (#1-#6, im Folgenden auch Knoten oder Kommunikationsknoten genannt) die über einen drahtgebundenen Kommunikationsbus 10 miteinander verbunden sind. Dabei kann der drahtgebundene Kommunikationsbus beispielsweise ein drahtgebundener Fahrzeugkommunikationsbus sein. Entsprechend kann ein Fahrzeug den Kommunikationsbus 10 und die Sendeempfänger #1-#6 umfassen. Wie in Fig. 1a gezeigt ist, kann der drahtgebundene Kommunikationsbus an beiden Ende mit Terminatoren T terminiert sein. In anderen Worten kann das drahtgebundene Kommunikationssystem als passive Daisy Chain (Verkettung) ausgeführt sein. Der Kommunikationsbus kann beispielsweise mittels Koaxialkabeln oder Twisted Pair (TP, Kabel mit verdrehten Doppeladern, etwa Unshielded Twisted Pair, UTL, Ungeschirmtes Kabel mit verdrehten Doppeladern) implementiert sein. Es können unterschiedliche Kommunikationsprotokolle verwendet werden, um über den drahtgebundenen Kommunikationsbus zu kommunizieren. Entsprechend können die Sendeempfänger dazu ausgebildet sein, um basierend auf einem Kommunikationsprotokoll über den drahtgebundenen Kommunikationsbus zu kommunizieren. In Fig. 1a ist ein Beispiel mit sechs Sendeempfängern (auch Kommunikationsknoten genannt) gezeigt, mit jeweils 2 m Leitung zwischen den Kommunikationsknoten und Terminierungen T an den Endknoten. Das Kommunikationssystem ist jedoch nicht auf eine solche Ausgestaltung beschränkt und kann eine beliebige Anzahl von Kommunikationsknoten umfassen sowie verschiedene Leitungslängen.

Insbesondere kann dazu ein Frequenzmultiplexverfahren, und insbesondere ein orthogonales Frequenzmultiplexverfahren verwendet werden. Fig. 1b zeigt ein schematisches Diagramm einer Nutzung mehrerer Frequenzbänder zur Kommunikation. Wie in Fig. 1b gezeigt ist, kann die Mehrzahl von Sendeempfängern ausgebildet sein, über eine Mehrzahl von Frequenzbändern S1; S2; S3 miteinander zu kommunizieren, so dass entsprechend der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern eine

entsprechende Anzahl von Sendeempfängern gleichzeitig senden können. In dem Beispiel von Fig. 1b ist die Nutzung der Kommunikationsbänder S1, S2 und S3 gezeigt, die orthogonal zueinander gewählt sein können. Beispielsweise kann OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, Orthogonales Frequenzmultiplexing), etwa OFDMA, verwendet werden, um über den drahtgebundenen Kommunikationsbus zu kommunizieren (etwa OFDMA über eine physische Busleitung), etwa gemäß Kommunikationsstandard Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE, Institut für Elektrotechnik und Elektronik-Ingenieure) 1901 oder der ITU Standard (International Telecommunication Union, Internationale Telekommunikationsvereinigung) G.hn. Bei OFDMA handelt es sich um ein breitbandiges Signal, aufgeteilt in eine Vielzahl von Sub-Träger (d.h., verschiedene Frequenzbereiche). Die Sub-Träger werden in Sub-Bänder gruppiert. Dadurch entstehen mehrere Kommunikationskanäle, über die gleichzeitig kommuniziert werden kann. Hierbei könne verschiedene Knoten gleichzeitig senden. In dem Beispiel von Fig. 1b können beispielsweise drei Sendeempfänger gleichzeitig auf den drei Sub-Bändern S1, S2 und S3 senden, ohne dass es zu Kollisionen kommen muss.

In der vorliegenden Offenbarung wird von Sendeempfängern gesprochen. Im Allgemein werden so Kommunikationskomponenten bezeichnet, die sowohl senden als auch empfangen können. Entsprechend können die Sendeempfänger #1-#6 typische Sender- bzw. Empfängerkomponenten enthalten. Darunter können beispielsweise ein oder mehrere Antennen, ein oder mehrere Filter, ein oder mehrere Mischer, ein oder mehrere Verstärker, ein oder mehrere Diplexer, ein oder mehrere Duplexer, usw. fallen. In manchen Ausführungsformen des drahtgebundenen Kommunikationssystems können ein oder mehrere der Sendeempfänger jedoch ausschließlich als Empfänger agieren. In diesem Fall erstreckt sich der Begriff Sendeempfänger auch auf reine Empfänger. In anderen Worten können ein oder mehrere der Sendeempfänger reine Empfänger sein, d.h. keine Sendekomponenten aufweisen, oder eine Sendefunktionalität der entsprechenden Sendeempfänger kann deaktiviert, ungenutzt oder nur gelegentlich genutzt sein, etwa während der Initialisierung.

In den folgenden Diagrammen wird die Ausgangslage kurz skizziert. Dies geschieht zum Verständnis der Zahlen, die den Fig. 3a bis 3c, 4a, 4b sowie Fig. 6 zu Grunde liegen. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Zahlen beschränkt. So können Kabellängen, Einfügedämpfungen, Anzahl der Sendeempfänger, Anzahl der Sub-Bänder etc. abweichen.

Fig. 2a und 2b zeigen Diagramme einer Dämpfung von Signalen auf einem drahtgebundenen Kommunikationsbus über verschiedene Distanzen, ohne und mit dazwischen liegendem Kommunikationsknoten. Wie in Fig. 2a und 2b gezeigt ist, verfügen die den Zahlen zugrunde liegenden Kabel über eine Einfügedämpfung die streng monoton von 1 MHz bis beispielsweise 300 MHz abfällt. Im Beispiel wird von 0,5 dB/m Dämpfung bei 300MHz Trägerfrequenz ausgegangen. Die Kommunikationsknoten verfügen über eine Einfügedämpfung, die streng monoton von 1 MHz bis 300 MHz abfällt. Im

Beispiel wird mit 1 dB Dämpfung bei 300MHz gerechnet. Fig. 2a zeigt die Dämpfung über ein Kabel von 2 m Länge. Fig. 2b zeigt die Dämpfung über 4 m Kabel, mit zusätzlicher Dämpfung durch einen dazwischenliegenden Kommunikationsknoten.

- 5 Die Fig. 3a bis 3c zeigen eine Beispielbetrachtung, bei der die Sendesignalstärken der einzelnen Knoten gleich eingestellt sind. Die Signalspannung (Sendesignalspannung) ist auf 1mV normiert, der Board-Interne NEXT (Near-End-Cross-Talk, Nahnebensprechen) beträgt -10dB (in einer beispielhaften Anwendung mit Hybrid/Gabelschaltung). Fig. 3a bis 3c zeigen insbesondere schematische Diagramme einer Abhängigkeit von Empfangssignalstärken in einem drahtgebundenen Kommunikationssystem von einer Position des jeweiligen sendenden Sendeempfängers.

- In Fig. 3a sendet Knoten #1 (d.h., TX=1 aus Sub-Band 1, wobei TX für Transmit, Übertragung, steht). Die Dämpfung bei Knoten #1 wird als -10dB angenommen (durch NEXT), so dass von einem Sendesignal mit 1 mV Sendesignalstärke (Sendesignalspannung) 0,1 mV Empfangssignalstärke (Empfangsspannung) durch Knoten #1 empfangen werden. Bei Knoten #2, der um eine Kabelverbindung von Knoten #1 entfernt ist, ergibt sich eine Dämpfung von -1 dB und eine Empfangssignalstärke von 0,79 mV. Bei Knoten #3, der um zwei Kabelverbindungen und einen dazwischenliegenden Knoten von Knoten #1 entfernt ist, ergibt sich eine Dämpfung von -3dB und eine Empfangssignalstärke von 0,5 mV. Bei Knoten #4, der um drei Kabelverbindungen und zwei dazwischenliegenden Knoten von Knoten #1 entfernt ist, ergibt sich eine Dämpfung von -5dB und eine Empfangssignalstärke von 0,32 mV. Bei Knoten #5, der um vier Kabelverbindungen und drei dazwischenliegenden Knoten von Knoten #1 entfernt ist, ergibt sich eine Dämpfung von -7dB und eine Empfangssignalstärke von 0,2 mV. Bei Knoten #6, der um fünf Kabelverbindungen und vier dazwischenliegenden Knoten von Knoten #1 entfernt ist, ergibt sich eine Dämpfung von -9dB und eine Empfangssignalstärke von 0,13 mV.

- 25 Entsprechende Werte ergeben sich, wenn, wie in Fig. 3b gezeigt ist, wenn Knoten 6 sendet (d.h., TX=1 of Sub-Band 2). Hier sind die Werte gegenüber dem Beispiel von Fig. 3a gespiegelt, so dass Knoten #5 um eine Kabelverbindung von Knoten #6 entfernt ist, und sich eine Dämpfung von -1 dB und eine Signalstärke von 0,79 mV ergibt etc.

- 30 In Fig. 3c sendet Knoten #3 auf Sub-Band 3 (TX=1 für S3). Hier sind die Knoten #2 und #4 jeweils um eine Kabelverbindung von Knoten #3 entfernt, so dass sich an diesen Knoten eine Dämpfung von -1 dB und eine Signalstärke von 0,79 mV ergibt etc.

- 35 Fig. 4a und 4b zeigen eine tabellarische Aufstellung der Abhängigkeit der Empfangssignalstärken in einem drahtgebundenen Kommunikationssystem von der Position des jeweiligen sendenden Sendeempfängers. In Fig. 4a sind die Zahlen für die Beispiele von Fig. 3a bis 3c gezeigt. Dabei zeigt die

erste Inhaltszeile (dritte Zeile von Fig. 4a) die entstehenden Empfangssignalstärken wenn Knoten #1 sendet, die zweite Inhaltszeile die entstehenden Empfangssignalstärken wenn Knoten #3 sendet und die dritte Inhaltszeile die entstehenden Empfangssignalstärken wenn Knoten #6 sendet. In Fig. 4b sind die Zahlen für alle Sendeempfänger gezeigt. Dabei zeigt die erste Inhaltszeile (dritte Zeile von Fig. 4b) die entstehenden Empfangssignalstärken wenn Knoten #1 sendet, die zweite Inhaltszeile die entstehenden Empfangssignalstärken wenn Knoten #2 sendet etc. In der letzten Zeile von Fig. 4b ist ferner die Summe der Empfangssignalstärken an den jeweiligen Knoten gezeigt. Hierbei wird deutlich, dass die Summe an den inneren Knoten höher ist als an den äußeren Knoten, da bei den inneren Knoten die durchschnittliche Entfernung zu anderen Knoten geringer ist.

Ausgehend von dieser beispielhaften Ausgangslage wird im Folgenden dargelegt, wie die Sendeleistung der einzelnen Sender eingestellt werden kann oder sollte. Insbesondere werden zwei Kriterien definiert, die berücksichtigt werden können, um die Sendeleistung einzustellen. Einerseits kann die Sendesignalstärke (etwa die Sendesignalspannung oder Sendeleistung) der Sender so eingestellt werden, dass die Empfangssignalstärke (also etwa die Empfangssignalspannung) der von den unterschiedlichen Sendern emittierten Sendesignale möglichst ähnlich (d.h. möglichst gleich groß) sind. Daraus folgend kann die Empfangsverstärkung der Sendeempfänger basierend auf der Summe der Empfangssignalstärken (etwa Empfangssignalspannungen) eingestellt werden, um dafür zu sorgen, dass die Summe der Empfangssignalstärken einen Analog-Digital-Wandler (AD-Wandler) des jeweiligen Sendeempfängers voll aussteuert.

Dafür wird in Fig. 5 ein entsprechendes (computer-implementiertes) Verfahren zum Ermitteln (und/oder Einstellen) einer Sendesignalstärke der Mehrzahl von Sendeempfängern. Fig. 5 zeigt ein Blockdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln und/oder Einstellen einer Sendesignalstärke einer Mehrzahl von Sendeempfängern, die über einen drahtgebundenen Kommunikationsbus miteinander verbunden sind. Beispielsweise können die Sendesignalstärken und/oder eine jeweilige Empfangsverstärkung der Sendeempfänger #1-#6 des Kommunikationssystems 100 von Fig. 1a durch das Verfahren von Fig. 5 eingestellt werden.

Das Verfahren umfasst ein Ermitteln (etwa ein Berechnen), für jeden Sendeempfänger, einer maximalen Empfangssignalstärke und einer minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeempfänger basierend auf einer vorgegebenen Sendesignalstärkenkonfiguration. Das Verfahren umfasst ferner ein Anpassen (etwa ein Ermitteln und Einstellen) der individuellen Sendesignalstärken der Sendeempfänger so, dass ein Verhältnis aus der maximalen Empfangssignalstärke und der minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeempfänger gegenüber anderen Sendesignalstärkenkonfigurationen reduziert wird.

Daraus folgend kann eine Sendesignalstärke der jeweiligen Sendeempfänger #1-#6 der Fig. 1a individuell so eingestellt sein, dass, an den jeweiligen Sendeempfängern, das Verhältnis aus der maximalen Empfangssignalstärke und der minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen der anderen Sendeempfänger gegenüber anderen Sendesignalstärkenkonfigurationen reduziert ist. Insbesondere kann die Sendesignalstärke der jeweiligen Sendeempfänger individuell so eingestellt sein, dass, an den jeweiligen Sendeempfängern, das Verhältnis aus der maximalen Empfangssignalstärke und der minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeempfänger insbesondere gegenüber einer Sendesignalstärkenkonfiguration, in der jeder Sendeempfänger die gleiche Sendesignalstärke verwendet, reduziert ist.

10

Dies kann dadurch geschehen, dass die Sendesignalstärken (etwa Sendesignalspannungen) der Sendeempfänger in einem mathematischen Modell des Kommunikationssystems variiert werden und eine Sendesignalstärkenkonfiguration ausgewählt wird, bei der das Verhältnis aus der maximalen Empfangssignalstärke und der minimalen Empfangssignalstärke der Sendesignale anderer Sendeempfänger gegenüber anderen Sendesignalstärkenkonfigurationen reduziert wird, und insbesondere gegenüber einer Sendesignalstärkenkonfiguration, in der jeder Sendeempfänger die gleiche Sendesignalstärke verwendet, reduziert ist. Dabei kann das mathematische Modell beispielsweise Parameter wie Leitungsdämpfung des Kommunikationssystems, Einfügedämpfung der Sendeempfänger etc. abbilden. Die jeweiligen Sendesignalstärken können dann als veränderliche Parameter in dem mathematischen Modell während des Anpassen 52 der individuellen Sendesignalstärken verändert werden, um basierend darauf die entsprechenden Verhältnisse zu berechnen. Dabei kann sich die gesuchte Sendesignalstärkenkonfiguration dadurch auszeichnen, dass sich die Sendesignale der einzelnen Sendeempfänger voneinander unterscheiden. So kann die Mehrzahl von Sendeempfängern zumindest einen ersten Sendeempfänger und einen zweiten Sendeempfänger umfassen, wobei sich eine Sendesignalstärke des ersten Sendeempfängers von einer Sendesignalstärke des zweiten Sendeempfängers unterscheidet. Dabei kann als Ausgangspunkt die Sendesignalstärke der äußeren Sendeempfänger (d.h. der Sendeempfänger, die weiter am Rand des Kommunikationsbus angeordnet sind) höher gewählt werden als die Sendesignalstärke der inneren Sendeempfänger (d.h. der Sendeempfänger, die weiter in der Mitte des Kommunikationsbus angeordnet sind). Die Sendesignalstärken können dabei iterativ angepasst werden, bis keine weiteren Verbesserungen der jeweiligen Verhältnisse mehr festgestellt werden. Es kann beispielsweise ein „Greedy“ (knausriges) Verfahren angewandt werden, in dem die Sendesignalstärken iterativ in eine Richtung angepasst werden, in der, ausgehend von einer Start-Sendesignalstärkenkonfiguration, die Verhältnisse reduziert werden. Beispielsweise kann eine Optimierung der Sendesignalstärken in Bezug auf die Summe oder den Durchschnitt der Verhältnisse durchgeführt werden. Dabei bedeutet Optimierung nicht, dass zwangsläufig die optimale Sendesignalstärkenkonfiguration ermittelt wird, sondern lediglich, dass eine gegenüber einer ursprünglichen Sendesignalstärkenkonfiguration verbesserte Sendesignalstärkenkonfiguration ermittelt wird.

35

In manchen Kommunikationssystemen kann vorgesehen sein, dass manche Sendeempfänger nie oder nur selten (etwa nur zur Initialisierung) senden. Solche Sendeempfänger kann man beispielsweise ignorieren oder weniger stark bei der Ermittlung der jeweiligen Sendesignalstärken berücksichtigen. So können bei der Ermittlung der Empfangssignalstärken (nur) Sendesignale von Sendeempfängern (etwa in Fig. 3a bis 4a die Knoten #1; #3; #6) berücksichtigt sein, bei denen vorgesehen ist, dass sie (regelmäßig) sendend über den Kommunikationsbus kommunizieren.

Fig. 6 zeigt eine tabellarische Aufstellung eines Effekts einer Nutzung individuell abgestimmter Sendesignalstärken durch die Sendeempfänger des drahtgebundenen Kommunikationssystems. Wie zuvor geschrieben können die Signalspannung der Empfangssignale der einzelnen Sender an einem Empfangs-Knoten möglichst gleich groß sein. Dies kann durch die Einführung von Verstärkungsfaktoren TX-gain (Sende-Verstärkung) für die Sender erreicht werden, die in der ersten Spalte gezeigt sind. Hier wurden, wie in der ersten Spalte gezeigt ist, unterschiedliche Sende-Verstärkungsfaktoren ermittelt. Für die äußeren Sendeempfänger #1 und #6 (erste und sechste Zeile mit Nutzwerten) wurde ein Sende-Verstärkungsfaktor von 1 ermittelt, für die Sendeempfänger #2 und #5 wurde ein Sende-Verstärkungsfaktor von 0,65 ermittelt, und für die inneren Sendeempfänger #3 und #4 wurde ein Sende-Verstärkungsfaktor von 0,4 ermittelt. Dies resultiert in einem Verhältnis (in Fig. 6 „Faktor“ genannt) von 4,1 für die äußeren Sendeempfänger #1 und #6, von 3,98 für die Sendeempfänger #2 und #5, und in einem Verhältnis von 1,63 für die Sendeempfänger #3 und #4. Das Verhältnis, das in der letzten Zeile gezeigt ist (Summe RX) berechnet sich aus dem Maximum und dem Minimum der Spalte (die fett markiert sind), ausgenommen die NEXT-Werte, und sollte reduziert werden oder ein Minimum annehmen.

Ausgehend von den ermittelten Sendesignalstärken können nun die Empfängerverstärkungen eingestellt werden. Dies kann sich beispielsweise aus der Summe der Empfangssignalstärken der potenziell gleichzeitig an einem Sendeempfänger ankommenden Empfangssignale ergeben, die für das Beispiel der Fig. 3a bis 4b in der vorletzten Zeile von Fig. 6 gezeigt ist. Die Summe der Empfangssignalstärken (Empfangssignalspannungen) sollen den AD-Wandler des Empfängers voll aussteuern. Dies kann durch Einstellung einer analogen Verstärkerschaltung des jeweiligen Empfängers geschehen. So kann das Verfahren von Fig. 5 ferner ein Ermitteln 54, für jeden Sendeempfänger, einer Summe von Empfangssignalstärken von Sendesignalen anderer Sendeempfänger basierend auf den angepassten Sendesignalstärken, und Einstellen 56 einer Empfangsverstärkung (etwa eines Verstärkungsfaktors (auch engl. gain) einer analogen Verstärkerschaltung der Empfangskomponente) der Sendeempfänger basierend auf der jeweiligen Summe von Empfangssignalstärken umfassen. Entsprechend kann eine Empfangsverstärkung der Sendeempfänger basierend auf einer Summe von Empfangssignalstärken an dem jeweiligen Sendeempfänger eingestellt sein.

- Wie in der Einführung zu Fig. 1b geschrieben wurde, ist das vorgestellte Konzept insbesondere in Verbindung mit Frequenzmultiplexverfahren nutzbar. Aus der Anzahl der verwendeten Frequenzbänder, etwa der Sub-Bänder S1, S2 und S3, ergibt sich dabei die zu erwartende maximale gleichzeitige Empfangssignalstärke (die sich aus mehreren Empfangssignalen zusammensetzen kann). So können im Beispiel der Fign. 3a bis 3c etwa die Knoten #1, #3 und #6 gleichzeitig senden, woraus sich ergibt, dass die Summe der Empfangssignalstärken aus den Empfangssignalstärken der Empfangssignale dieser Sendeempfänger ergibt. Somit können in dem Beispiel von Fig. 3a bis 4a die 3 schwächsten Empfangssignale noch ignoriert werden, da es nur 3 Sender (Sub-Bänder) gibt. Entsprechend kann die Summe von Empfangssignalstärken basierend auf der Anzahl von gleichzeitig verwendeten Frequenzbändern gebildet werden. Werden beispielsweise n Frequenzbänder verwendet, so können die n größten Empfangssignalstärken aufsummiert werden. Weitere Einschränkungen können angewandt werden, wenn jeder Sendeempfänger nur in einem der Frequenzbänder sendend kommuniziert. So kann beispielsweise für jedes Frequenzband die höchste Empfangssignalstärke ausgewählt werden, und die Summe kann über die jeweils höchste Empfangssignalstärke gebildet werden. Ein solches Vorgehen ist beispielsweise dann anwendbar, wenn Filter für die einzelnen Frequenzbänder verwendet werden. Während diese bei reinem OFDMA nicht vorgesehen sind, können sie zusätzlich vorgesehen werden, wodurch dann eine UFMC (Universal Filtered MultiCarrier, universelles gefiltertes Mehr-Träger-Verfahren)-Kommunikation über das Kommunikationssystem durchgeführt wird.
- Das vorliegende Konzept wurde in Bezug auf Fahrzeug-Kommunikationsbusse beschrieben, kann aber auch auf andere (drahtgebundene oder drahtlose) Kommunikationsbusse angepasst werden, etwa in der Automatisierungstechnik.
- Die Aspekte und Merkmale, die im Zusammenhang mit einem bestimmten der vorherigen Beispiele beschrieben sind, können auch mit einem oder mehreren der weiteren Beispiele kombiniert werden, um ein identisches oder ähnliches Merkmal dieses weiteren Beispiels zu ersetzen oder um das Merkmal in das weitere Beispiel zusätzlich einzuführen.
- Beispiele können weiterhin ein (Computer-)Programm mit einem Programmcode zum Ausführen eines oder mehrerer der obigen Verfahren sein oder sich darauf beziehen, wenn das Programm auf einem Computer, einem Prozessor oder einer sonstigen programmierbaren Hardwarekomponente ausgeführt wird. Schritte, Operationen oder Prozesse von verschiedenen der oben beschriebenen Verfahren können also auch durch programmierte Computer, Prozessoren oder sonstige programmierbare Hardwarekomponenten ausgeführt werden. Beispiele können auch Programmspeichervorrichtungen, z.B. Digitaldatenspeichermedien, abdecken, die maschinen-, prozessor- oder computerlesbar sind und maschinenausführbare, prozessorausführbare oder computerausführbare Programme und Anweisungen

codieren beziehungsweise enthalten. Die Programmspeichervorrichtungen können z.B. Digitalspeicher, magnetische Speichermedien wie beispielsweise Magnetplatten und Magnetbänder, Festplattenlaufwerke oder optisch lesbare Digitaldatenspeichermedien umfassen oder sein. Weitere Beispiele können auch Computer, Prozessoren, Steuereinheiten, feld-programmierbare Logik-Arrays ((F)PLAs = (Field) Programmable Logic Arrays), feld-programmierbare Gate-Arrays ((F)PGA = (Field) Programmable Gate Arrays), Grafikprozessoren (GPU = Graphics Processor Unit), anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASIC = application-specific integrated circuit), integrierte Schaltungen (IC= Integrated Circuit) oder Ein-Chip-Systeme (SoC = System-on-a-Chip) abdecken, die zum Ausführen der Schritte der oben beschriebenen Verfahren programmiert sind.

10

Es versteht sich ferner, dass die Offenbarung mehrerer, in der Beschreibung oder den Ansprüchen offener Schritte, Prozesse, Operationen oder Funktionen nicht als zwingend in der beschriebenen Reihenfolge befindlich ausgelegt werden soll, sofern dies nicht im Einzelfall explizit angegeben oder aus technischen Gründen zwingend erforderlich ist. Daher wird durch die vorhergehende Beschreibung die Durchführung von mehreren Schritten oder Funktionen nicht auf eine bestimmte Reihenfolge begrenzt. Ferner kann bei weiteren Beispielen ein einzelner Schritt, eine einzelne Funktion, ein einzelner Prozess oder eine einzelne Operation mehrere Teilschritte, -funktionen, -prozesse oder -operationen einschließen und/oder in dieselben aufgebrochen werden.

15

20

Wenn einige Aspekte in den vorhergehenden Abschnitten im Zusammenhang mit einer Vorrichtung oder einem System beschrieben wurden, sind diese Aspekte auch als eine Beschreibung des entsprechenden Verfahrens zu verstehen. Dabei kann beispielsweise ein Block, eine Vorrichtung oder ein funktionaler Aspekt der Vorrichtung oder des Systems einem Merkmal, etwa einem Verfahrensschritt, des entsprechenden Verfahrens entsprechen. Entsprechend dazu sind Aspekte, die im Zusammenhang mit einem Verfahren beschrieben werden, auch als eine Beschreibung eines entsprechenden Blocks, eines entsprechenden Elements, einer Eigenschaft oder eines funktionalen Merkmals einer entsprechenden Vorrichtung oder eines entsprechenden Systems zu verstehen.

25

30

Die folgenden Ansprüche werden hiermit in die detaillierte Beschreibung aufgenommen, wobei jeder Anspruch als getrenntes Beispiel für sich stehen kann. Ferner ist zu beachten, dass – obwohl ein abhängiger Anspruch sich in den Ansprüchen auf eine bestimmte Kombination mit einem oder mehreren anderen Ansprüchen bezieht – andere Beispiele auch eine Kombination des abhängigen Anspruchs mit dem Gegenstand jedes anderen abhängigen oder unabhängigen Anspruchs umfassen können. Solche Kombinationen werden hiermit explizit vorgeschlagen, sofern nicht im Einzelfall angegeben ist, dass eine bestimmte Kombination nicht beabsichtigt ist. Ferner sollen auch Merkmale eines Anspruchs für jeden anderen unabhängigen Anspruch eingeschlossen sein, selbst wenn dieser Anspruch nicht direkt als abhängig von diesem anderen unabhängigen Anspruch definiert ist.

35

Bezugszeichen

	#1-#6	Knoten, Sendeempfänger
	10	Kommunikationsbus
5	50	Ermitteln einer maximalen und minimalen Empfangssignalstärke
	52	Anpassen von individuellen Sendesignalstärken von Sendeempfängern
	54	Ermitteln einer Summe von Empfangssignalstärken
	56	Einstellen einer Empfangsverstärkung der Sendeempfänger
	100	Kommunikationssystem
10	S1, S2, S3	Sub-Bänder

Patentansprüche

1. Ein drahtgebundenes Kommunikationssystem (100), umfassend:
 - 5 eine Mehrzahl von Sendeempfängern (#1; #2; #3; #4; #5; #6), die über einen drahtgebundenen Kommunikationsbus (10) miteinander verbunden sind;

wobei eine Sendesignalstärke der jeweiligen Sendeempfänger individuell so eingestellt ist, dass, an den jeweiligen Sendeempfängern, ein Verhältnis aus einer maximalen Empfangssignalstärke und einer minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeempfänger gegenüber anderen Sendesignalstärkenkonfigurationen reduziert ist.
10
2. Das drahtgebundene Kommunikationssystem gemäß Anspruch 1, wobei die Mehrzahl von Sendeempfängern ausgebildet sind, über eine Mehrzahl von Frequenzbändern (S1; S2; S3)
15 miteinander zu kommunizieren, so dass entsprechend der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern eine entsprechende Anzahl von Sendeempfängern gleichzeitig senden können.
3. Das drahtgebundene Kommunikationssystem gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei eine Empfangsverstärkung der Sendeempfänger basierend auf einer Summe von Empfangssignalstärken an dem jeweiligen Sendeempfänger eingestellt ist.
20
4. Das drahtgebundene Kommunikationssystem gemäß Anspruch 3, wobei die Mehrzahl von Sendeempfängern ausgebildet sind, über eine Mehrzahl von Frequenzbändern (S1; S2; S3) miteinander zu kommunizieren, so dass entsprechend der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern eine entsprechende Anzahl von Sendeempfängern gleichzeitig senden können, wobei
25 die Summe von Empfangssignalstärken basierend auf der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern gebildet wird.
5. Das drahtgebundene Kommunikationssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die
30 Mehrzahl von Sendeempfängern zumindest einen ersten Sendeempfänger und einen zweiten Sendeempfänger umfasst, wobei sich eine Sendesignalstärke des ersten Sendeempfängers von einer Sendesignalstärke des zweiten Sendeempfängers unterscheidet.
6. Das drahtgebundene Kommunikationssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die
35 Sendesignalstärke der jeweiligen Sendeempfänger individuell so eingestellt ist, dass, an den jeweiligen Sendeempfängern, das Verhältnis aus der maximalen Empfangssignalstärke und der minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeempfänger

insbesondere gegenüber einer Sendesignalstärkenkonfiguration, in der jeder Sendeempfänger die gleiche Sendesignalstärke verwendet, reduziert ist.

- 5 7. Das drahtgebundene Kommunikationssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei bei der Ermittlung der Empfangssignalstärken Sendesignale von Sendeempfängern (#1; #3; #6) berücksichtigt sind, bei denen vorgesehen ist, dass sie sendend über den Kommunikationsbus kommunizieren.
- 10 8. Das drahtgebundene Kommunikationssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Sendesignalstärken und/oder eine jeweilige Empfangsverstärkung der Sendeempfänger durch das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11 eingestellt sind.
- 15 9. Ein Verfahren zum Ermitteln einer Sendesignalstärke einer Mehrzahl von Sendeempfängern, die über einen drahtgebundenen Kommunikationsbus miteinander verbunden sind, das Verfahren umfassend:
- Ermitteln (50), für jeden Sendeempfänger, einer maximalen Empfangssignalstärke und einer minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeempfänger basierend auf einer vorgegebenen Sendesignalstärkenkonfiguration; und
- 20 Anpassen (52) der individuellen Sendesignalstärken der Sendeempfänger so, dass ein Verhältnis aus der maximalen Empfangssignalstärke und der minimalen Empfangssignalstärke von Sendesignalen anderer Sendeempfänger gegenüber anderen Sendesignalstärkenkonfigurationen reduziert wird.
- 25 10. Das Verfahren gemäß Anspruch 9, ferner umfassend Ermitteln (54), für jeden Sendeempfänger, einer Summe von Empfangssignalstärken von Sendesignalen anderer Sendeempfänger basierend auf den angepassten Sendesignalstärken, und Einstellen (56) einer Empfangsverstärkung der Sendeempfänger basierend auf der jeweiligen Summe von Empfangssignalstärken.
- 30 11. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei vorgesehen ist, dass die Mehrzahl von Sendeempfänger über eine Mehrzahl von Frequenzbändern (S1; S2; S3) miteinander kommunizieren, so dass entsprechend der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern eine entsprechende Anzahl von Sendeempfängern gleichzeitig senden können, wobei die Summe von Empfangssignalstärken basierend auf der Anzahl von verwendeten Frequenzbändern gebildet wird.
- 35

12. Programm mit einem Programmcode zum Durchführen des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11, wenn der Programmcode auf einem Computer, einem Prozessor, einem Kontrollmodul oder einer programmierbaren Hardwarekomponente ausgeführt wird.

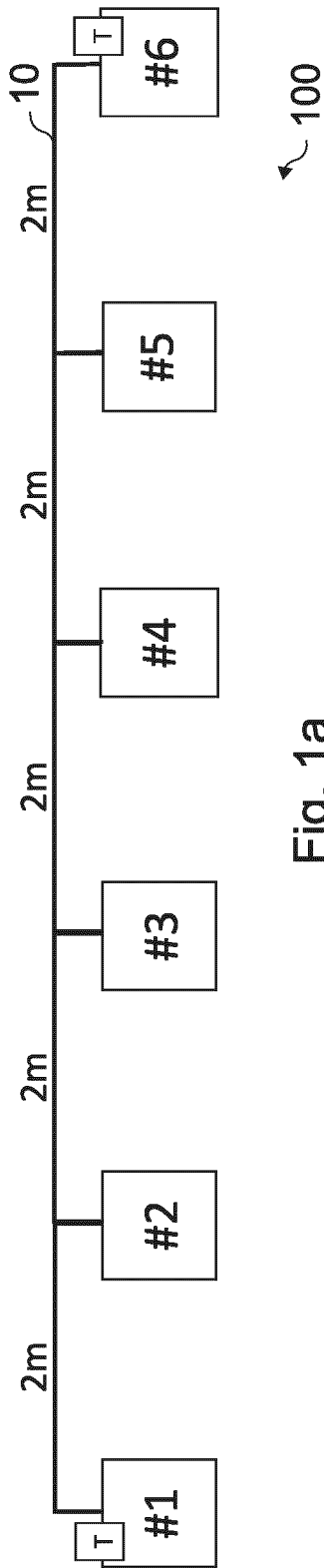


Fig. 1a

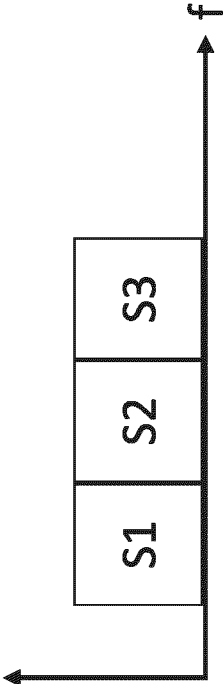


Fig. 1b

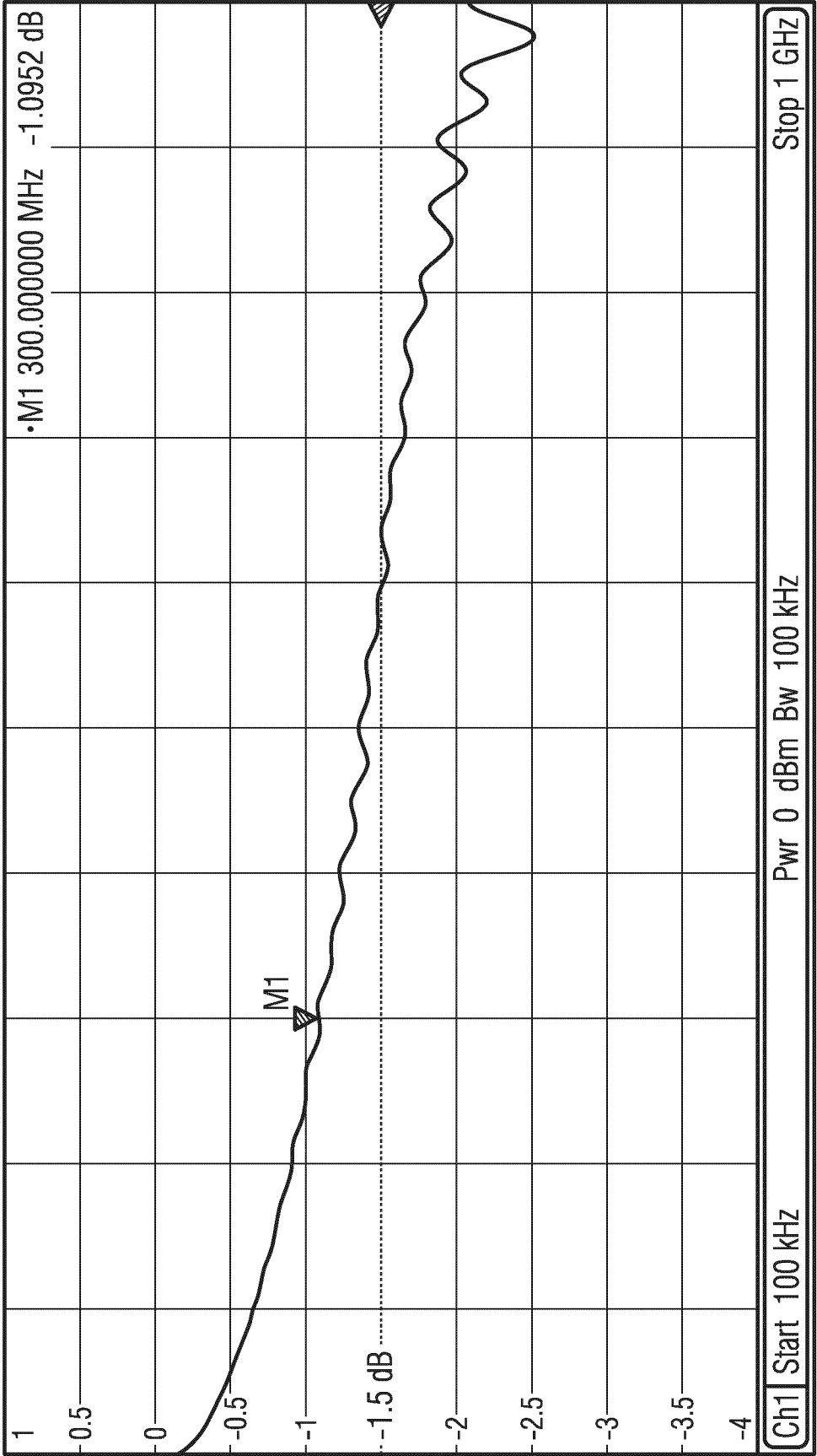


Fig. 2a

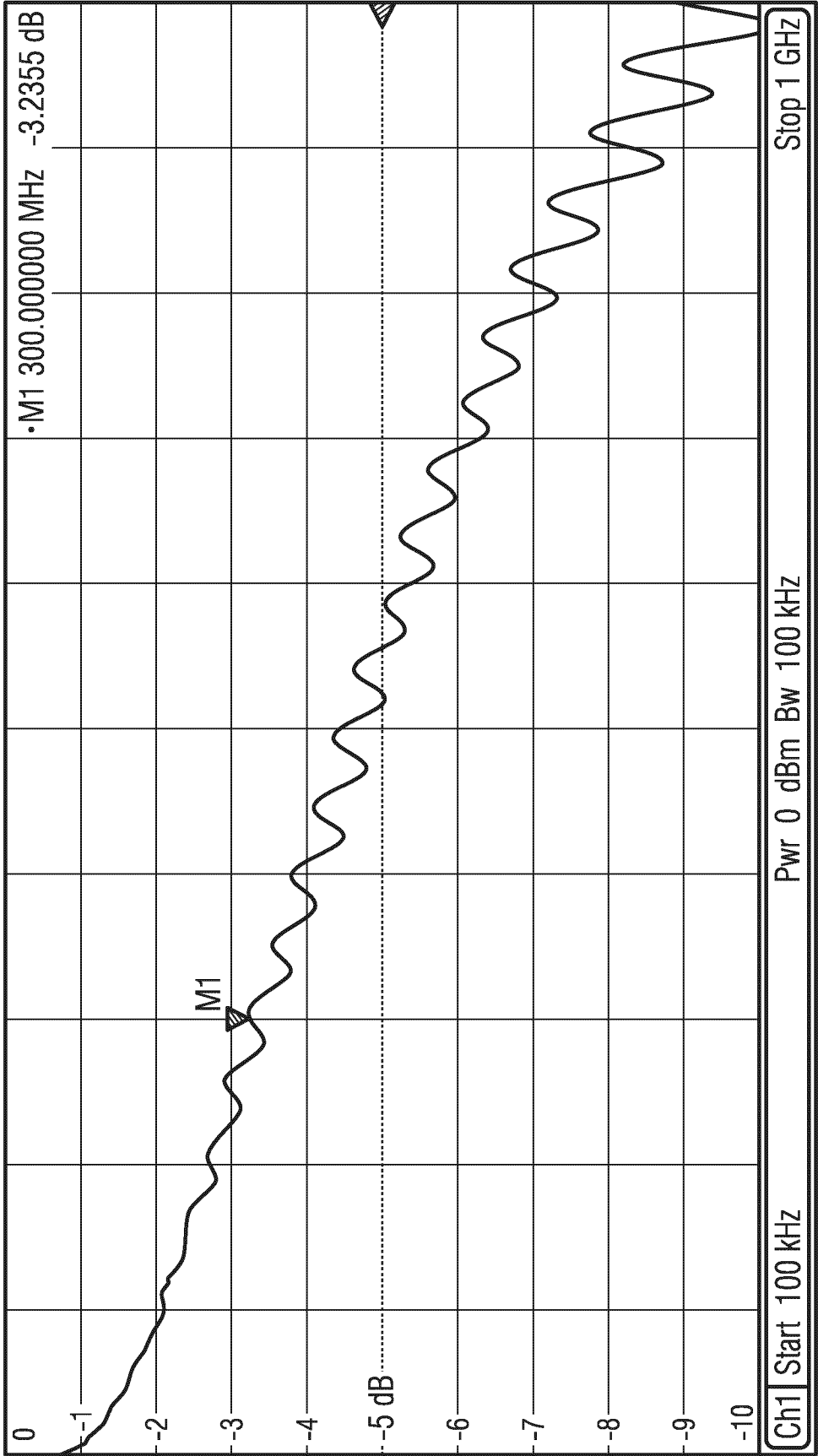


Fig. 2b

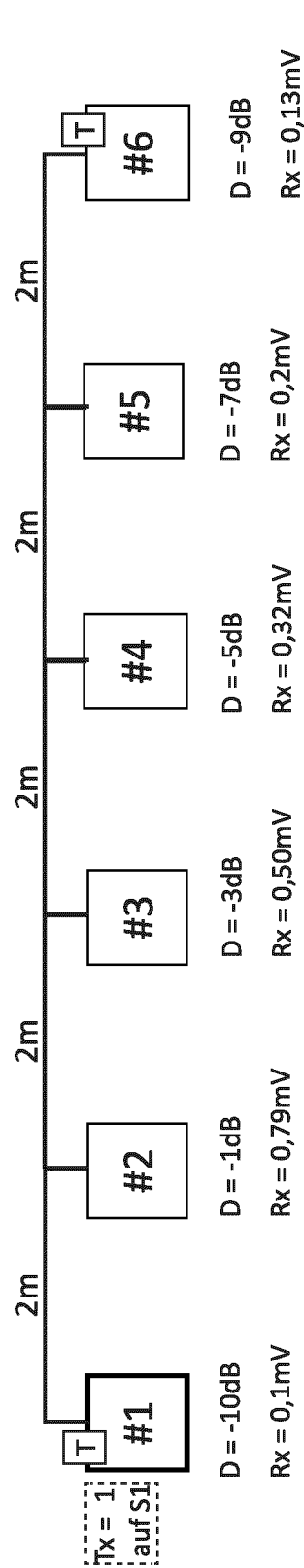


Fig. 3a

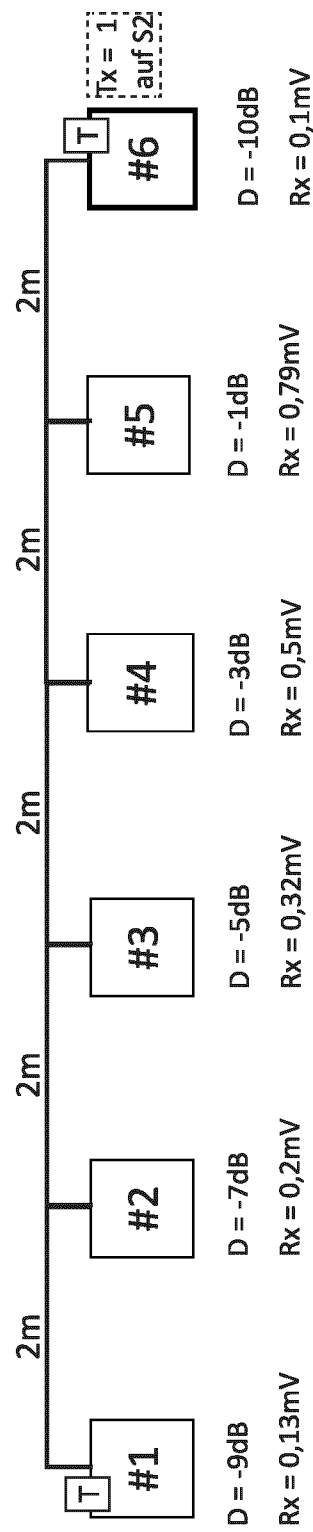


Fig. 3b

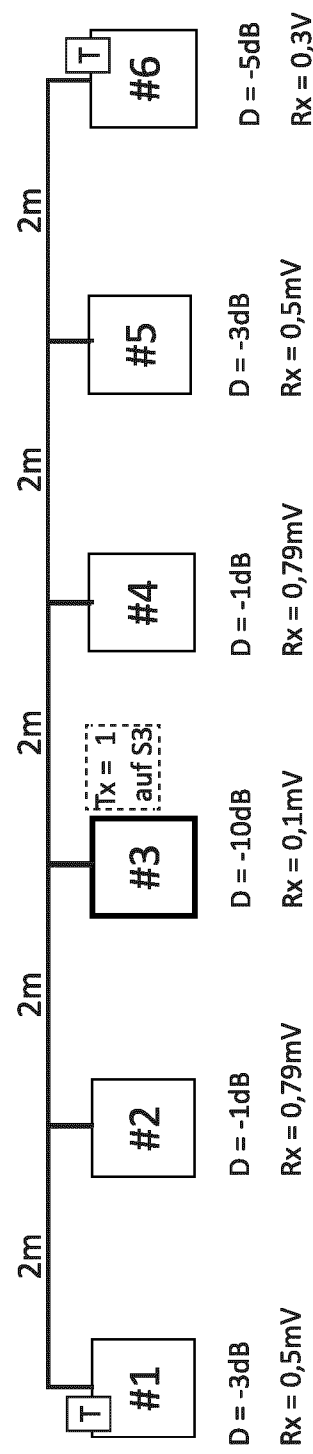


Fig. 3c

Knoten	1	2	3	4	5	6
V_rx[mV]	0,1	0,7943	0,5012	0,3162	0,1995	0,1259
V_rx[mV]	0,5012	0,7943	0,1	0,7943	0,5012	0,3162
V_rx[mV]	0,1259	0,1995	0,3162	0,5012	0,7943	0,1
Summe	0,7271	1,7881	0,9174	1,6117	1,495	0,5421

Fig. 4a

Knoten	1	2	3	4	5	6
V_rx[mV]	0,1	0,7943	0,5012	0,3162	0,1995	0,1259
V_rx[mV]	0,7943	0,1	0,7943	0,5012	0,3162	0,1995
V_rx[mV]	0,5012	0,7943	0,1	0,7943	0,5012	0,3162
V_rx[mV]	0,3162	0,5012	0,7943	0,1	0,7943	0,5012
V_rx[mV]	0,1995	0,3162	0,5012	0,7943	0,1	0,7943
V_rx[mV]	0,1259	0,1995	0,3162	0,5012	0,7943	0,1
Summe	2,0371	2,7055	3,0072	3,0072	2,7055	2,0371

Fig. 4b

6/7

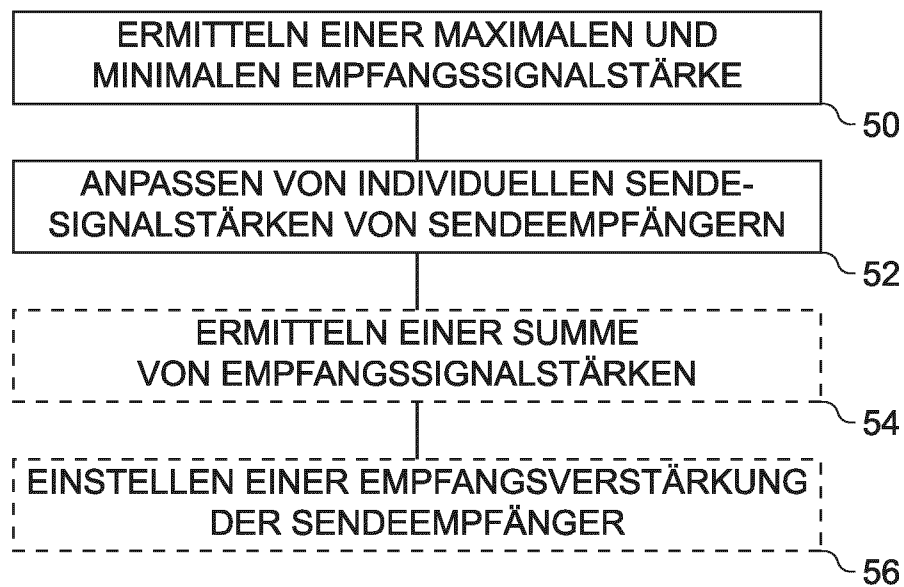


Fig. 5

	1	2	3	4	5	6
TX-GAIN						
1	0,1	0,7943	0,5012	0,3162	0,1995	0,1259
0,65	0,5163	0,065	0,5163	0,32578	0,20553	0,12968
0,4	0,20048	0,31772	0,04	0,31772	0,20048	0,12648
0,4	0,12648	0,20048	0,31772	0,04	0,31772	0,20048
0,65	0,12968	0,20553	0,32578	0,5163	0,065	0,5163
1	0,1259	0,1995	0,3162	0,5012	0,7943	0,1
Summe RX	1,19883	1,78253	2,0172	2,0172	1,78253	1,19883
Faktor	4,10083	3,98145	1,63281	1,63281	3,98145	4,10083

Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/051719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04L 12/40**(2006.01)i; **H04L 5/00**(2006.01)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

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.
X	EP 1394960 A1 (DISENO SISTEMAS SILICIO SA [ES]) 03 March 2004 (2004-03-03) paragraph [0001] - paragraph [0030] paragraph [0050] - paragraph [0059] paragraph [0066] - paragraph [0095] abstract; claim 1	1-12
A	WO 2009149415 A1 (MAXIM INTEGRATED PROD INC) 10 December 2009 (2009-12-10) paragraph [0005] - paragraph [0008] abstract; figure 1	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

17 April 2023

Date of mailing of the international search report

26 April 2023

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/051719

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	1394960	A1	03 March 2004	AT	365400	T	15 July 2007
				BR	0209902	A	27 July 2004
				CA	2447256	A1	21 November 2002
				CN	1509525	A	30 June 2004
				DE	60220789	T2	06 March 2008
				EA	200301168	A1	26 August 2004
				EP	1394960	A1	03 March 2004
				ES	2187274	A1	16 May 2003
				ES	2289108	T3	01 February 2008
				HK	1061320	A1	10 September 2004
				IL	158720	A	03 November 2008
				JP	4143416	B2	03 September 2008
				JP	2004529577	A	24 September 2004
				KR	20040014523	A	14 February 2004
				MX	PA03010388	A	16 March 2004
				PT	1394960	E	02 October 2007
				US	2004120249	A1	24 June 2004
				WO	02093775	A1	21 November 2002
WO	2009149415	A1	10 December 2009	CN	102113233	A	29 June 2011
				EP	2311197	A1	20 April 2011
				US	2009307540	A1	10 December 2009
				US	2013101057	A1	25 April 2013
				US	2014376647	A1	25 December 2014
				WO	2009149415	A1	10 December 2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H04L12/40 H04L5/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H04L		
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.
X	EP 1 394 960 A1 (DISEÑO SISTEMAS SILICIO SA [ES]) 3. März 2004 (2004-03-03) Absatz [0001] – Absatz [0030] Absatz [0050] – Absatz [0059] Absatz [0066] – Absatz [0095] Zusammenfassung; Anspruch 1 -----	1-12
A	WO 2009/149415 A1 (MAXIM INTEGRATED PROD INC) 10. Dezember 2009 (2009-12-10) Absatz [0005] – Absatz [0008] Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-12
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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 17. April 2023		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 26/04/2023
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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/051719

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1394960	A1	03-03-2004	AT 365400 T 15-07-2007
			BR 0209902 A 27-07-2004
			CA 2447256 A1 21-11-2002
			CN 1509525 A 30-06-2004
			DE 60220789 T2 06-03-2008
			EA 200301168 A1 26-08-2004
			EP 1394960 A1 03-03-2004
			ES 2187274 A1 16-05-2003
			ES 2289108 T3 01-02-2008
			HK 1061320 A1 10-09-2004
			IL 158720 A 03-11-2008
			JP 4143416 B2 03-09-2008
			JP 2004529577 A 24-09-2004
			KR 20040014523 A 14-02-2004
			MX PA03010388 A 16-03-2004
			PT 1394960 E 02-10-2007
			US 2004120249 A1 24-06-2004
			WO 02093775 A1 21-11-2002
WO 2009149415	A1	10-12-2009	CN 102113233 A 29-06-2011
			EP 2311197 A1 20-04-2011
			US 2009307540 A1 10-12-2009
			US 2013101057 A1 25-04-2013
			US 2014376647 A1 25-12-2014
			WO 2009149415 A1 10-12-2009