(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
12. Mai 2011 (12.05.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/054338 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04B 1/713 (2011.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2010/001266

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Oktober 2010 (29.10.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 052 107.0
5. November 2009 (05.11.2009) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **EADS DEUTSCHLAND GMBH** [DE/DE]; Willy-Messerschmitt-Straße 1, 85521 Ottobrunn (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **KOTTKE, Thomas** [DE/DE]; Leimentalstr. 13/1, 71139 Ehningen (DE). **PITTERMANN, Johannes** [DE/DE]; Joseph-Haydn-Strasse 5, 88677 Markdorf (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **EADS DEUTSCHLAND GMBH**; Patentassessor Thomas Meel, Patentabteilung, DSLAIP1, 88039 Friedrichshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

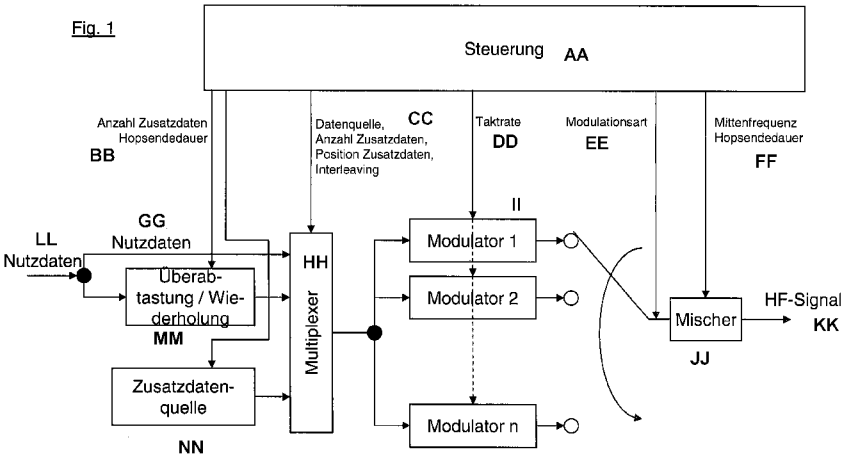
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: FREQUENCY HOPPING METHOD FOR A RADIO DEVICE

(54) **Bezeichnung** : FREQUENZSPRUNGVERFAHREN FÜR EIN FUNKGERÄT

Fig. 1



AA Controller
BB Number of additional data, hop transmission duration
CC Data source, number of additional data, position of additional data, interleaving
DD Pulse rate
EE Modulation type
FF Middle frequency, hop transmission duration
GG, LL Useful data
JJ Mixer
MM Oversampling/repetition
NN Additional data source

(57) **Abstract**: The invention relates to a frequency hopping method for a radio device, wherein the signal to be transmitted is modulated onto an HF carrier, wherein at least two of the following signal properties are varied in a pseudo-random manner during the transmission after one or more frequency hops: bandwidth, modulation type, and transmission duration of a frequency hop.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft ein Frequenzsprungverfahren für ein Funkgerät, wobei das zu übertragende Signal einem HF-Träger aufmoduliert wird, wobei während der Übertragung nach einem oder mehreren Frequenzsprüngen mindestens zwei der folgenden Signaleigenschaften pseudo-zufällig variiert werden: - Bandbreite, - Modulationsart, - Sendedauer eines Frequenzsprungs.

WO 2011/054338 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Frequenzsprungverfahren für ein Funkgerät

Die Erfindung betrifft ein Frequenzsprungverfahren für ein Funkgerät.

Funkgeräte, die ein Frequenzsprungverfahren ("frequency hopping") einsetzen, sind heutzutage allgemein bekannt. Dieses Verfahren wird eingesetzt, um Übertragungsfehler (bspw. durch Fading) zu verringern und auch um eine Rückgewinnung der übertragenen Informationen (Sprache oder Daten) von Seiten unautorisierter Dritter zu verhindern. Es ist jedoch bereits mit bekannten Empfängern möglich, die einzelnen Sprünge dieser Frequenzsprungverfahren breitbandig aufzuzeichnen und die im Signal enthaltenen Informationen anschließend durch Klassifikationsverfahren zurückzugewinnen ("de-hopping").

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, mit dem diese Informationsrückgewinnung aus dem empfangenen Signal verhindert werden kann.

Diese Aufgabe wird mit dem Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sowie ein Verfahren zum Empfang des erzeugten Signals sind Gegenstand von weiteren Ansprüchen.

Gemäß der Erfindung wird bei den einzelnen Frequenzsprüngen ("Hops") einer oder mehrere der folgenden Signalparameter pseudo-zufällig geändert:

1. Umschaltung zwischen verschiedenen, verwandten oder nicht verwandten Modulationsarten (z.B. QPSK, FSK, ASK,FM, ...).

2. Umschaltung der Bandbreite. Um eine Umschaltung zwischen verschiedenen Bandbreiten durchführen zu können, ist es vorteilhaft, bei höheren Bandbreiten zu den Nutzdaten Zusatzdaten einzufügen. Dies kann geschehen durch eine der folgenden Alternativen:

- Überabtastung des Signals bei der Übertragung von Analogdaten wie z.B. Sprache – dies garantiert aufgrund der eingefügten Redundanz auch eine gleichbleibende oder bessere Robustheit gegenüber Übertragungsfehlern;
- Vervielfachung der Nutzdaten bei der Übertragung von digitalen Nutzdaten – dies garantiert ebenfalls aufgrund der eingefügten Redundanz eine gleichbleibende oder bessere Robustheit gegenüber Übertragungsfehlern;
- Einfügen einer dem Empfänger bekannten Informationssequenz, beispielsweise einer Pseudo-Zufallsbitfolge (z.B. Pseudo Noise (PN) -Sequenzen) oder Bits eines Fehlererkennungs- oder Fehlerkorrekturcodes (z.B. CRC oder Parity) - diese zusätzlichen Bits kann der Empfänger auch nutzen, um mit Hilfe mathematischer Verfahren Übertragungsfehler zu korrigieren. Darüber hinaus erschwert dies einem potentiellen (unautorisierten) Mithörer, die tatsächlich übertragenen Daten (Nutzdaten) zu identifizieren. Die Bandbreite ergibt sich aus der Modulationsart und der Symbolrate. Die Menge der zum Einstellen der gewünschten Bandbreite benötigten Zusatzbits ergibt sich aus dem Modulationsalphabet und der Taktrate des Modulators.

Die Positionierung der Zusatzdaten (Zusatzbits) im Gesamtdatenstrom kann durch eine der folgenden Alternativen geschehen:

- Einfügen der Zusatzdaten nach den Nutzdaten – hierbei können jedoch die Nutzdaten einfacher durch unautorisierte Dritte extrahiert werden;
- Abwechselndes Aneinanderreihen von Nutz- und Zusatzdaten, d.h. *n* Bits Nutzdaten, *z* Bits Zusatzdaten, *n* Bits Nutzdaten, *z* Bits Zusatzdaten, usw., wobei die Parameter *n* und *z* von der Steuerung vorgegeben werden und sich in einer

weiteren Ausführung der Erfindung während der Übertragung dynamisch ändern können;

- Einfügen der Zusatzdaten gemäß der beiden obigen Alternativen plus zusätzliches Interleaving, d.h. pseudozufälliges Permutieren der Gesamtdaten, um eine Extraktion der Nutzdaten durch unautorisierte Dritte zu erschweren bzw. zu verhindern.

In einer weiteren Ausprägung der Erfindung kann die Bandbreite auch dadurch variiert werden, dass die Daten wahlweise in einem kürzeren oder einer längeren Sendedauer eines Hops übertragen werden, wobei eine kürzere Hopsendedauer eine höhere Bandbreite ergibt und eine längere Hopsendedauer eine geringere Bandbreite. Hierzu müssen keine Zusatzdaten in das Signal eingefügt werden. Es muss jedoch eine Korrelation zwischen Bandbreite und Übertragungsdauer hingenommen werden.

3. Variation der Sendedauer eines Hops, wobei in einer speziellen Ausführung zusätzlich als weiterer Parameter die Pausendauer zwischen den einzelnen Hops variiert werden kann. Auch hier können zu den Nutzdaten Zusatzdaten eingefügt werden, wobei prinzipiell die oben genannten Verfahren angewandt werden können.

Die Änderungen der genannten Signalparameter erfolgen vorteilhaft während der Umschaltzeiten der Frequenzumschaltung und gelten somit für die gesamte Dauer eines Hops.

Die Änderung der genannten Signalparameter kann, muss jedoch nicht bei jedem neuen Hop erfolgen. Es kann z.B. auch vorgesehen sein, eine Änderung nur bei jedem zweiten oder dritten Hop durchzuführen. Selbstverständlich sind hier auch beliebige andere Folgen von Sprüngen, an denen Änderungen erfolgen sollen,

möglich. Hierbei sind ebenfalls pseudozufällige Änderungsmuster von Vorteil, um die Klassifikation zu erschweren.

Als besonders vorteilhaft werden die folgenden Änderungen von Signaleigenschaften miteinander kombiniert:

a) Änderung der Modulationsart und Änderung der Bandbreite.

b) Änderung der Modulationsart und Änderung der Sendedauer eines Frequenzsprungs – zusätzlich zur Änderung der Sendedauer kann auch die Pausendauer zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Frequenzsprüngen mit der Änderung der Modulationsart kombiniert werden.

c) Änderung der Bandbreite und Änderung der Sendedauer eines Frequenzsprungs - zusätzlich zur Änderung der Sendedauer kann auch die Pausendauer zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Frequenzsprüngen mit der Änderung der Bandbreite kombiniert werden.

Die Umschaltung zwischen den einzelnen Modulationsarten und den Bandbreiten sowie die Einstellung der Sendedauer eines Hops erfolgt anhand eines Pseudo-Zufallsmusters, welches z.B. mit einem Schlüsselgenerator generiert werden kann (z.B. über ein Linear Feedback Shift Register). Dieses Muster muss für Sender und Empfänger gleich sein und wird vorteilhaft so gewählt, dass Korrelationen zwischen Modulationsart, Bandbreite, Sendedauer des Hops und Frequenzbereich minimiert werden.

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit kann das erfindungsgemäße Verfahren neben der Übertragung von Sprache auch zur allgemeinen Datenübertragung (beliebige Bitströme) verwendet werden.

Die Erfindung weist die folgenden Vorteile auf:

- Vermeidung eines De-Hoppings und einer dadurch möglichen Decodierung des Signals anhand der Parameter Signalbandbreite, Leistungsdichteverteilung oder Modulationsart. Für ein potentielles De-Hopping steht folglich nur noch die Richtung (und evtl. noch die Signalstärke) als einziges Selektionskriterium zur Verfügung. Sobald jedoch der Frequenzsprungbereich des Senders größer ist als die Scanbandbreite eines Peilers, ließe sich zwar die Richtung der einzelnen Sendungspakete bestimmen, allerdings würden diese im besten Fall als unterschiedliche Bursts aus einer bestimmten Richtung wahrgenommen.

- Modulationsartenerkenner benötigen eine gewisse Zeit, um eine Modulationsart robust zu erkennen. Durch den Technologiefortschritt wird diese Zeitspanne zwar zunehmend kürzer, ein schneller Wechsel, wie er mit der erfindungsgemäßen Methode ermöglicht wird, macht jedoch eine Erkennung unmöglich, solange die (beliebig einstellbare) Sendedauer des Frequenzsprungs geringer als die für die Erkennung notwendige Zeit ist.

- Die hohe Dimensionalität der einstellbaren Parameter erschwert die Eintragung eines solchen Funkgerätes in einer Emitterdatenbank bzw. macht dies unmöglich. Dies wiederum erschwert bzw. macht eine automatische Identifikation des Funkgeräts unmöglich.

- Es kann nicht eindeutig geklärt werden, um wie viele Funkgeräte/Sendungen es sich handelt.

Die Erfindung wird anhand von konkreten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf Fig. näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den Signalfluss im Sender bei einer ersten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 den Signalfluss im Sender bei einer zweiten Ausführung des erfindungs-

gemäßen Verfahrens;

Fig. 3 die Steuerlogik für die erfindungsgemäße Variation der Signalparameter im Funkgerät;

Fig. 4 den Signalfluss im Empfänger gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren;

Fig. 5 die Steuerlogik für die erfindungsgemäße Variation der Signalparameter im Empfangsgerät.

Fig. 1 veranschaulicht den Signalfluss im Sender. In die Nutzdaten (digitalisiertes Sprachsignal, Binärdaten) werden zusätzliche Bits aus einer Zusatzdatenquelle (beispielsweise generierte Pseudozufallsbits) oder durch Erzeugung von Wiederholungen der Nutzdaten oder durch eine Überabtastung eingefügt, je nach aktueller Bandbreite und verwendeter Modulationsart. Die Verteilung der Nutz- und Zusatzdaten im Datenstrom erfolgt gemäß der durch die Steuerung vorgegebenen Positionen bzw. Interleaver-Matrizen. Anschließend wird der so erweiterte Datenstrom über einen Multiplexer parallel an sämtliche Modulatoren (ein Modulator pro Modulationsart) weitergeleitet, welche IQ-Daten im Basisband erzeugen. Entsprechend der aktuell vorgegebenen Modulationsart gelangt jedoch mittels eines Schalters nur eines der Modulatorausgangssignale an einen Mischer. Dieser Mischer moduliert die IQ-Daten entsprechend der Mittenfrequenz des aktuellen Hops in das vorgegebene HF-Band. Im Ergebnis werden somit die zu übertragenden Nutzdaten einem HF-Träger aufmoduliert. Die Steuerung steuert die Signalerzeugung und stellt den genannten Komponenten die für die Hoperzeugung benötigten Parameter zur Verfügung. Wie man aus der Fig. 1 erkennt, stellt die Steuerung den Modulatoren auch den Signaltakt zur Verfügung, da dieser für die Variation der Signalbandbreite benötigt wird.

Im Empfänger wird das Empfangssignal in Kenntnis der in Fig. 1 beschriebenen Hopsteuerung in das Basisband herabgemischt und vom vorgegebenen Demodulator demoduliert. Die Nutzdaten werden auf der Basis des Musters der eingefügten

Zusatzdaten extrahiert. Hierbei können die eingefügten Zusatzdaten auch herangezogen werden, um die Nutzdaten robuster bestimmen zu können.

In einer weiteren, nicht dargestellten Ausführung können die Modulatoren parallel beaufschlagt werden (insoweit identisch zu Fig. 1). Die von den Modulatoren jeweils erzeugten Basisbandsignale werden addiert und das Summensignal auf die vorgesehenen HF-Frequenzen hochgemischt. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die einzelnen Basisbandsignale verschiedene ZF-Frequenzen aufweisen, um für einen nicht autorisierten Empfänger im HF-Signal mehrere Funkgeräte vorzutäuschen.

Fig. 2 zeigt den Signalfluss im Sender für eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Der Unterschied zu der Ausführung nach Fig. 1 ist darin begründet, dass der Datenstrom (Nutzdaten und ggf. darin eingefügte Zusatzdaten) gemäß Fig. 2 nicht allen Modulatoren parallel zugeführt wird, sondern nur dem für die Modulationserzeugung aktuell vorgesehenen Modulator. Dies geschieht mit einem zusätzlichen, dem Multiplexer nachgeschalteten Demultiplexer, der das Ausgangssignal des Mulitplexers nur an den jeweils aktiven Modulator weiterleitet. Die übrigen Modulatoren sind deaktiviert.

Anstatt eines Modulators für jede Modulationsart kann in einer weiteren Ausführung auch ein Universalmodulator vorgesehen werden, der sämtliche benötigten Modulationsarten erzeugen kann.

In Fig. 3 ist die Steuerlogik für die Umschaltung der einzelnen Signalparameter dargestellt, wie sie in der Steuerung (Fig.1,2) implementiert ist. Dabei wird über einen Pseudo-Zufallsgenerator (z.B. ausgebildet als 16bit Linear Feedback Shift Register) jeweils ein Decoder für die Modulationsartenumschaltung, ein Decoder für die Bandbreitenumschaltung, ein Decoder für die Hopsendedauerumschaltung, ein Decoder für die Hoppausendauerumschaltung und ein Decoder zur Umschaltung der Mittenfrequenz angesteuert. Zu beachten hierbei ist, dass der Decoder für die

Bandbreitenumschaltung als weitere Inputs die Datenrate des Ursprungssignals, die Modulationsart, die Hopsendedauer und die Hoppausendauer benötigt. Das jeweilige Ausgangssignal der Decoder wird, wie in den Fig. 1 und 2 beschrieben, zur Steuerung des Signalflusses im Sender eingesetzt. Die Steuerlogik gemäß Fig. 3 ist mit der im Empfangsgerät vorhandenen Steuerlogik synchronisiert, was weiter unten noch näher erläutert werden wird.

Die Ansteuerung der einzelnen Decoder kann z.B. dadurch geschehen, dass einzelne Bits des Pseudo-Zufallsgenerators exklusiv für die Ansteuerung eines bestimmten Decoders verwendet wird, z.B.
Bit Nr. 1 bis 4 für die Ansteuerung des Modulationsartendecoders,
Bit Nr. 5 und 6 für die Ansteuerung des Bandbreitendecoders, usw.

Für die Anzahl der benötigten Bits gilt z.B.:
Anzahl Bits pro Decoder = $\log_2$(Anzahl der möglichen Zustände, z.B. Anzahl der Modulationsarten oder Anzahl der Bandbreiten, etc), ganzzahlig aufgerundet.

Alternativ können auch einzelne Ausgänge (Bits) des Pseudo-Zufallsgenerators für mehrere Decoder verwendet werden, jedoch kann dies zu einer unerwünschten Korrelation der zu variierenden Parameter führen.

Um die gemäß dem erfindungsgemäßen Frequenzsprungverfahren erzeugten Sendesignale zu verarbeiten und an die darin enthaltenen Nutzdaten zu gelangen, müssen die beim Senden pseudo-zufällig umgeschalteten Betriebsparameter im Empfänger exakt nachgebildet und eingestellt werden. Dazu muss zuerst eine Synchronisation zwischen Funkgerät und Funkempfänger erfolgen. Dies kann durch eine Trainings- oder Synchronisationssequenz (Bitmuster) und/oder ein Pulsmuster erfolgen, welche vor der eigentlichen Übertragung auf einem vom Benutzer definierten (einstellbaren) Kanal zwischen Sender und Empfänger (Handshake) ausgetauscht werden.

Abhängig von den beim Senden erzeugten Signaleigenschaften werden beim Empfang des Signals folgende Verfahren zur Extraktion der Nutzdaten angewandt:

1. Umschaltung der Modulationsart: Es wird auf den betreffenden Demodulator entsprechend der beim Senden verwendeten Modulationsart, z.B. (QPSK, FSK, ASK,FM, ...) umgeschaltet.

2. Umschaltung der Bandbreite: Um die Daten dekodieren zu können, ist es notwendig, bei höheren Bandbreiten aus den übertragenen Daten die zugefügten Zusatzdaten auszufiltern. Dies kann insbesondere geschehen durch eine der folgenden Alternativen:
   - Unterabtastung des (analogen) Signals;
   - Verwendung der bekannten eingefügten (digitalen) Informationssequenz zur Korrektur von Übertragungsfehlern auf Bit-Ebene und zur Parametrierung des Entzerrers (mittels Kanalschätzung). Die Menge der auszufilternden Zusatzdaten ergibt sich aus dem Modulationsalphabet und der Taktrate des Modulators.
   - Filterung des (analogen) Sprachsignals zur Verbesserung der Sprachqualität bei gestörter Übertragung;

Sofern die Bandbreite im Sender derart variiert wurde, dass die Daten wahlweise in einem kürzeren oder einem längeren Hopsendedauer übertragen wurden, müssen keine Zusatzdaten in das Signal eingefügt werden. Die Hopsendedauer muss im Empfänger von der Steuerung entsprechend parametriert werden.

3. Variation der Sendedauer eines Hops: Auch hier müssen ggf. Zusatzdaten entfernt werden, wobei prinzipiell die oben genannten Verfahren angewandt werden können.

Fig. 4 zeigt den Signalfluss im Empfänger gemäß einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beim Empfang des Signals wird das durch einen Mischer in das Basisband heruntergemischte Signal vorteilhaft parallel auf mehrere Demodulatoren geführt. Die Demodulatoren entsprechen den möglichen Modulationsarten des Sendesignals. Anschließend wählt ein Multiplexer den Datenstrom des zu diesem Zeitpunkt jeweils benötigten Demodulators aus und führt ihn der weiteren Signalbearbeitung zu.

Alternativ kann eine Umschaltung des heruntergemischten Signals direkt zu dem aktuell benötigten Demodulator erfolgen, so dass der den Demodulatoren nachgeschaltete Multiplexer nicht benötigt wird.

In jeder der beiden genannten Alternativen wird anschließend das Ausgangssignal des aktuell benötigten Demodulators einer Datenextraktion unterzogen. Hierbei werden die während des Sendens eingefügten Zusatzbits entfernt. Wurde zur Bandbreitenvergrößerung beim Senden die Methode des Überabtastens gewählt, so kann hier das Signal entsprechend dem Überabtastfaktor unterabgetastet werden. Vorteilhaft hierbei ist eine ganzzahlige Überabtastung beim Senden, da dadurch die zusätzlichen Samples beim Empfang leicht aussortiert werden können. Wurden als Zusatzbits zur Bandbreitenvergrößerung Fehlerentdeckungs- oder Fehlerkorrekturbits eingefügt, so können diese nach ihrer Extraktion zur Fehlererkennung oder –vermeidung eingesetzt werden.

Fig. 5 zeigt die Steuerlogik für die erfindungsgemäße Variation der Signalparameter im Empfangsgerät. Diese entspricht der Steuerung des Funkgeräts, wie sie in Fig. 3 dargestellt wurde. Damit beim Empfang die richtigen, gemäß der aktuellen Signaleigenschaften des empfangenen Signals benötigten Betriebsparameter eingestellt werden können, müssen die Steuerungen im Funkgerät und im Empfangsgerät miteinander synchronisiert werden. Dies kann z.B. geschehen, in dem die Pseudo-

Zufallsgeneratoren von Funkgerät und Empfangsgerät vor der Übertragung mit einer Trainings- oder Synchronisationssequenz (Bitmuster) und/oder einem Pulsmuster beaufschlagt werden.

Patentansprüche

1. Frequenzsprungverfahren für ein Funkgerät, wobei das zu übertragende Signal einem HF-Träger aufmoduliert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Übertragung nach einem oder mehreren Frequenzsprüngen mindestens zwei der folgenden Signaleigenschaften pseudo-zufällig variiert werden:
   - Bandbreite,
   - Modulationsart,
   - Sendedauer eines Frequenzsprungs.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Änderung der Bandbreite oder der Sendedauer eines Frequenzsprungs den Nutzdaten des Signals Zusatzdaten hinzugefügt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hinzufügen von Zusatzdaten durch die Vervielfachung der Nutzdaten erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hinzufügen von Zusatzdaten durch Überabtastung des Signals erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hinzufügen von Zusatzdaten durch Einfügung von pseudo-zufälligen Informationen erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzdaten en bloc nach den Nutzdaten in den Datenstrom eingefügt werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzdaten abwechselnd mit den Nutzdaten nach dem

Schema *n* Bits Nutzdaten, *z* Bits Zusatzdaten, *n* Bits Nutzdaten, *z* Bits Zusatzdaten, ... in den Datenstrom eingefügt werden, wobei n und z ganze Zahlen sind.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Parameter *n* und *z* während der Übertragung dynamisch geändert werden.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Einfügen der Zusatzdaten die Gesamtdaten aus Zusatzdaten und Nutzdaten gemäß einer Interleaver-Matrix permutiert werden.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hinzufügen von Zusatzdaten durch Einfügung der Bits eines Fehlererkennungs- oder Fehlerkorrekturcodes erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Änderung der Bandbreite durch eine Änderung der Sendedauer eines Frequenzsprungs erfolgt.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Erzeugung der einzelnen Modulationsarten jeweils ein Modulator vorhanden ist, wobei das zu modulierende Signal parallel allen Modulatoren zugeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgangssignale der einzelnen Modulatoren addiert werden und diese Ausgangssignale unterschiedliche Zwischenfrequenzen aufweisen.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Erzeugung der einzelnen Modulationsarten jeweils ein

Modulator vorhanden ist, wobei das zu modulierende Signal nur dem für den aktuellen Frequenzsprung vorgesehenen Modulator zugeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Pseudo-Zufallsgenerator mindestens zwei der folgenden Decoder ansteuert:
- Decoder für die Änderung der Modulationsart,
- Decoder für die Änderung der Bandbreite, dem als weitere Eingangsgrößen die Datenrate des Signals, die Sendedauer des Frequenzsprungs, die Pausendauer zwischen zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Frequenzsprüngen sowie die Modulationsart zugeführt werden,
- Decoder für die Änderung der Sendedauer des Frequenzsprungs,
- Decoder für die Änderung der Mittenfrequenz des Signals.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** bestimmte Ausgangsbits des Pseudo-Zufallsgenerators exklusiv einem bestimmten Decoder zugeordnet sind.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** bestimmte Ausgangsbits des Pseudo-Zufallsgenerators mehreren Decodern zugeordnet sind.

18. Verfahren für ein Empfangsgerät zum Empfang eines nach einem der vorangehenden Ansprüchen erzeugten Sendesignals, wobei das Empfangsgerät mit dem Funkgerät synchronisiert ist, und die Empfangseigenschaften des Empfangsgeräts entsprechend der bekannten pseudo-zufälligen Variation von mindestens zwei der Signaleigenschaften des Sendesignals:
- Bandbreite,
- Modulationsart,
- Sendedauer eines Frequenzsprungs,

eingestellt werden.

19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Änderung der Bandbreite oder der Sendedauer eines Frequenzsprungs die Zusatzdaten herausgefiltert werden.

20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auszufilternden Zusatzdaten aufgrund der enthaltenen Redundanz zur Korrektur von Übertragungsfehlern verwendet werden.

21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auszufilternden Zusatzdaten zur Kanalschätzung und zur Einstellung eines Entzerrers zur Korrektur von Kanalfadingeffekten verwendet werden.

22. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Ausfilterung der Zusatzdaten die Daten im Gesamtdatenstrom gemäß einer Deinterleaver-Matrix permutiert werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausfiltern der Zusatzdaten bei der Übertragung von Analogsignalen durch eine Unterabtastung erfolgt.

24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abtastwerte der Zusatzdaten mittels geeigneter Filter zur Verbesserung eines eventuell durch Übertragungsfehler gestörten Sprachsignals herangezogen werden.

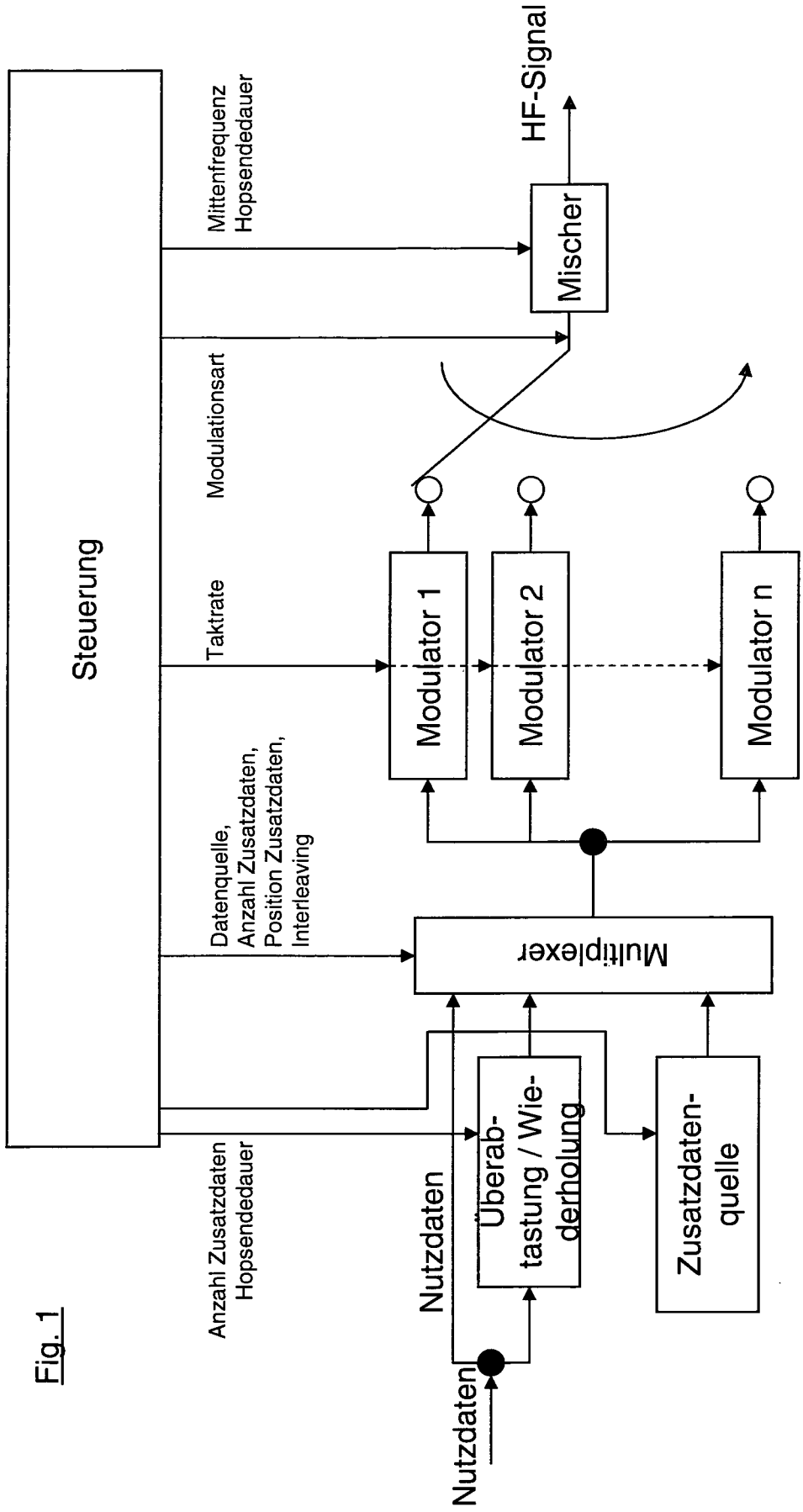

Steuerung
Mittenfrequenz
Hopsendedauer
HF-Signal
Mischer
Modulationsart
Taktrate
Modulator 1
Modulator 2
Modulator n
Datenquelle,
Anzahl Zusatzdaten,
Position Zusatzdaten,
Interleaving
Multiplexer
Anzahl Zusatzdaten
Hopsendedauer
Nutzdaten
Überab-
tastung / Wie-
derholung
Zusatzdaten-
quelle
Nutzdaten

Fig. 1

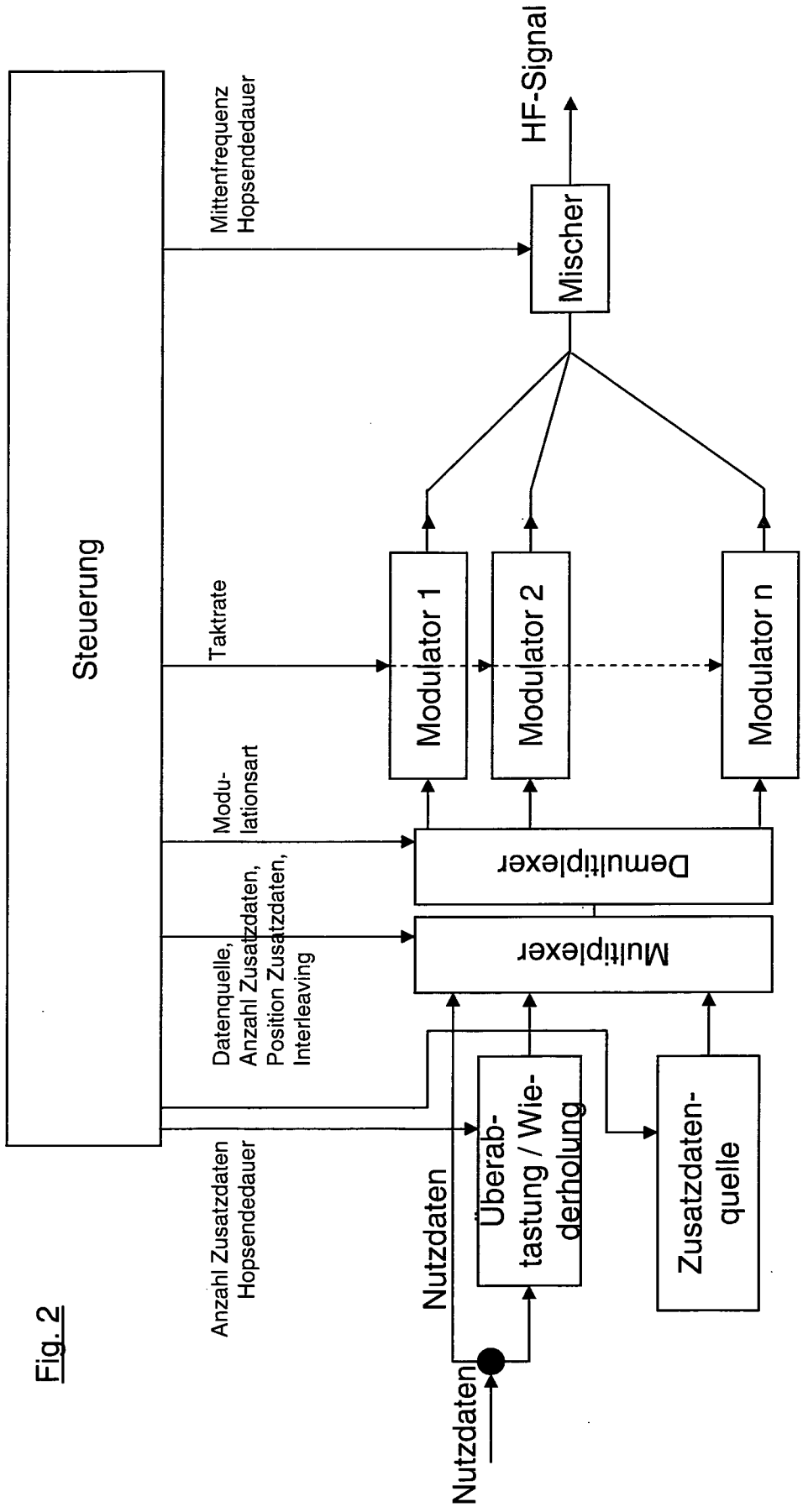

Steuerung
Mittenfrequenz
Hopsendedauer
HF-Signal
Mischer
Taktrate
Modulator 1
Modulator 2
Modulator n
Modu-
lationsart
Demultiplexer
Datenquelle,
Anzahl Zusatzdaten,
Position Zusatzdaten,
Interleaving
Multiplexer
Anzahl Zusatzdaten
Hopsendedauer
Nutzdaten
Überab-
tastung / Wie-
derholung
Zusatzdaten-
quelle
Nutzdaten

Fig. 2

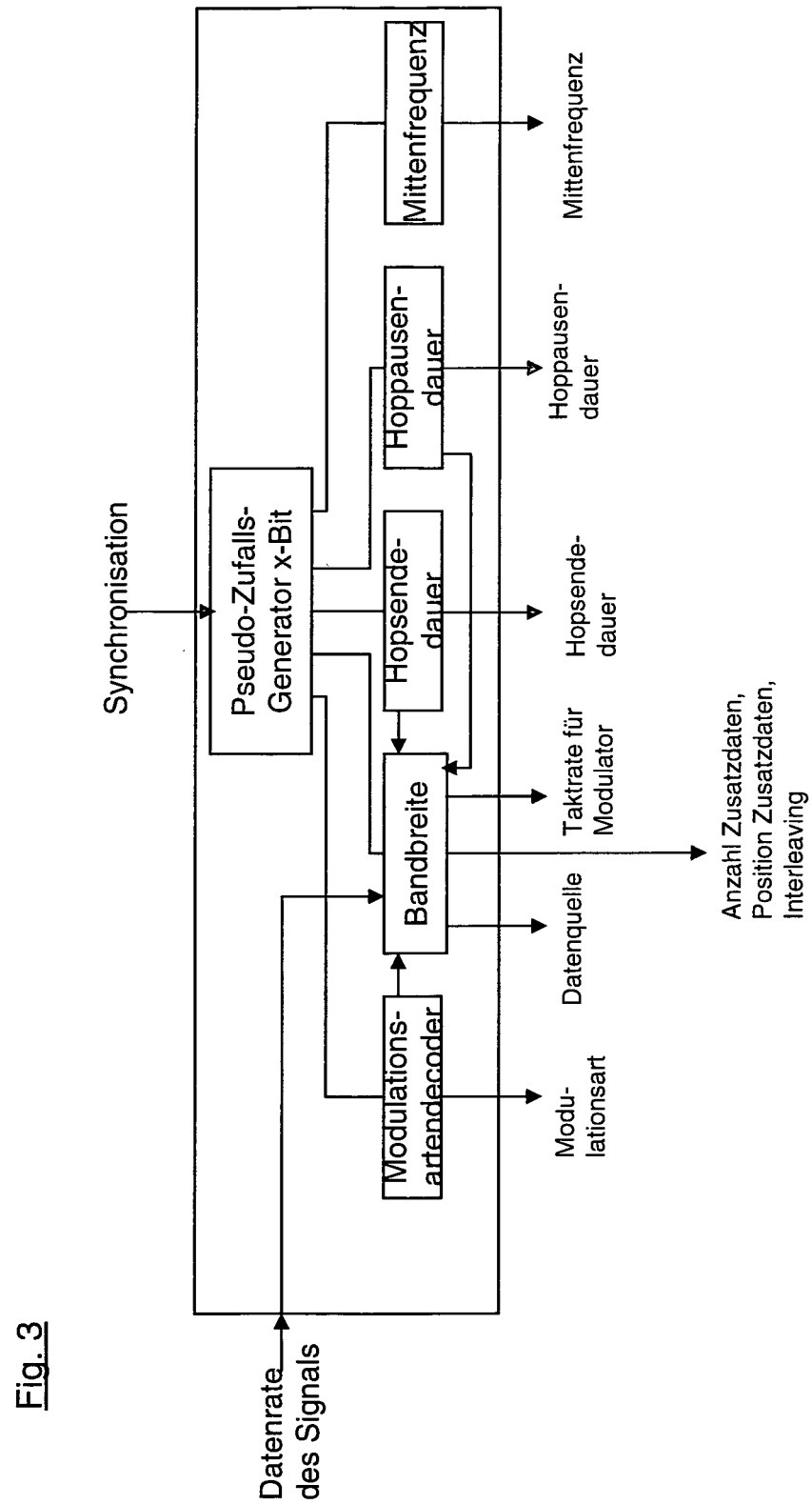

Synchronisation
Pseudo-Zufalls-Generator x-Bit
Mittenfrequenz
Hoppausen-dauer
Hopsende-dauer
Bandbreite
Modulations-artendecoder
Datenrate des Signals
Mittenfrequenz
Hoppausen-dauer
Hopsende-dauer
Taktrate für Modulator
Anzahl Zusatzdaten, Position Zusatzdaten, Interleaving
Datenquelle
Modu-lationsart

Fig. 3

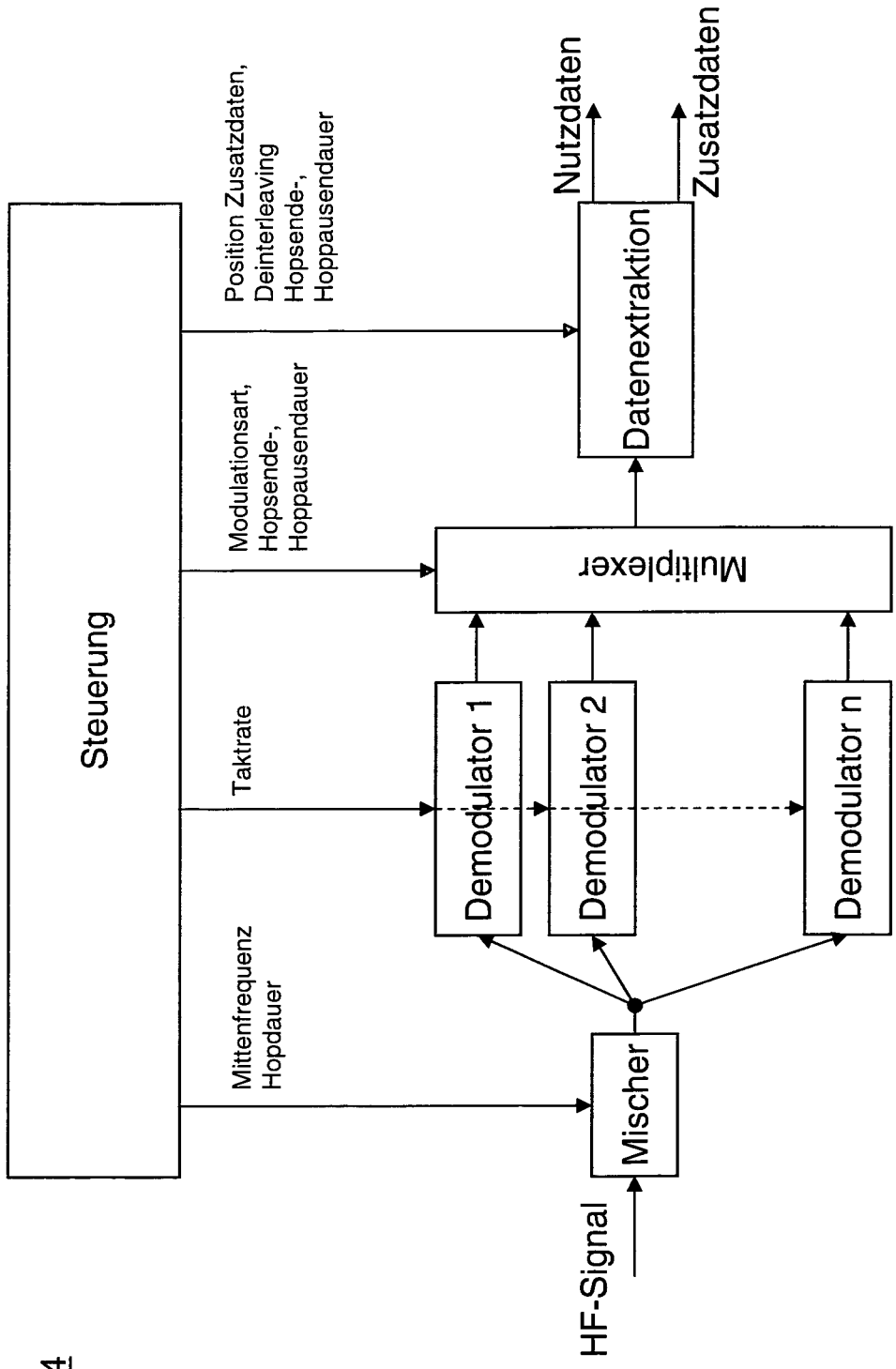

Steuerung
Position Zusatzdaten,
Deinterleaving
Hopsende-,
Hoppausendauer
Modulationsart,
Hopsende-,
Hoppausendauer
Taktrate
Mittenfrequenz
Hopdauer
Nutzdaten
Zusatzdaten
Datenextraktion
Multiplexer
Demodulator 1
Demodulator 2
Demodulator n
Mischer
HF-Signal

Fig. 4

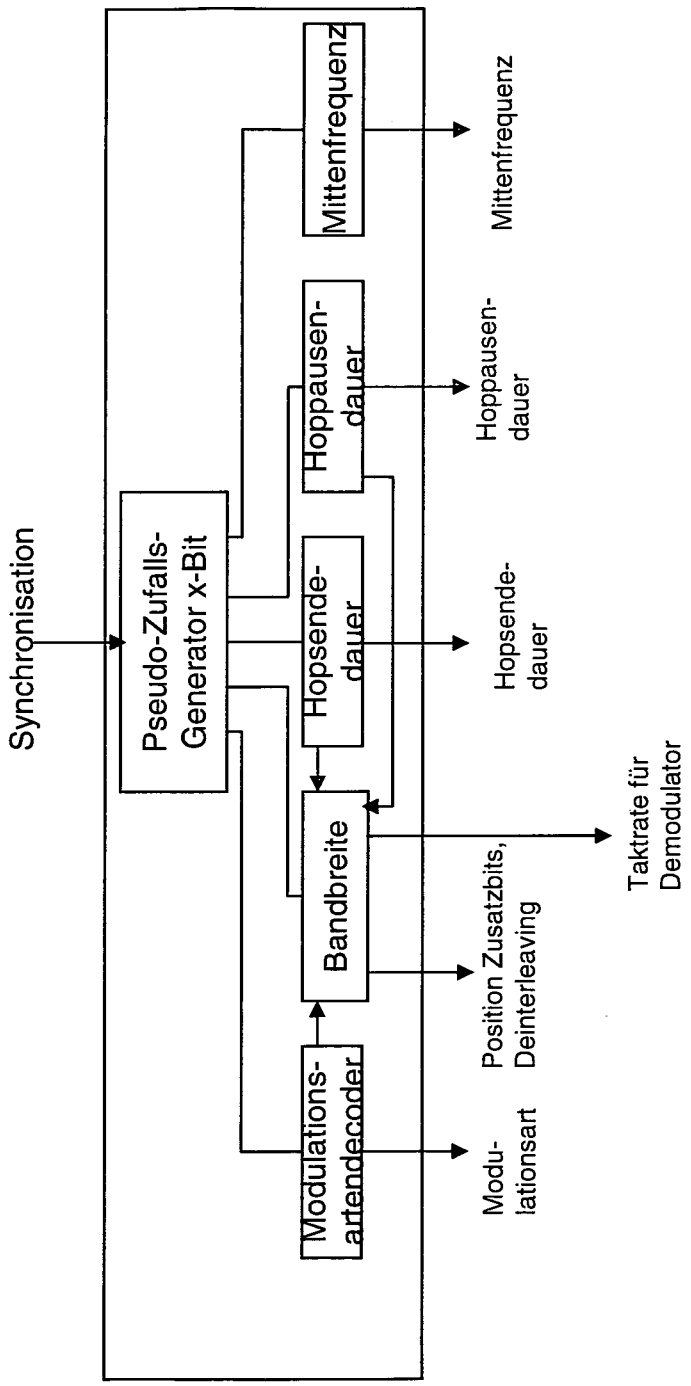

Synchronisation
Pseudo-Zufalls-Generator x-Bit
Mittenfrequenz
Hoppausen-dauer
Hopsende-dauer
Bandbreite
Modulations-artendecoder
Mittenfrequenz
Hoppausen-dauer
Hopsende-dauer
Taktrate für Demodulator
Position Zusatzbits, Deinterleaving
Modu-lationsart

Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2010/001266

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04B1/713
ADD.

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)
H04B

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 practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ, 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 2 048 793 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 15 April 2009 (2009-04-15) paragraph [0004] paragraph [0007] paragraph [0010] - paragraph [0015] paragraph [0019] - paragraph [0021] paragraph [0025] - paragraph [0028]; figure 5 -----	1-24
Y	WO 2007/075133 A1 (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]; NYBERG HENRIK [SE]; SKILLERMARK PER [SE]) 5 July 2007 (2007-07-05) page 6, line 21 - page 15, line 2; figures 1a-4b page 15, line 5 - page 17, line 15; figures 5a-6c -----	1-24
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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 document 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	Date of mailing of the international search report
10 February 2011	18/02/2011

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Nilsson, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2010/001266

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 717 962 A1 (LUCENT TECHNOLOGIES INC [US]) 2 November 2006 (2006-11-02) paragraph [0006] paragraph [0012] paragraph [0016] paragraph [0019] -----	1-24
A	US 2002/021745 A1 (NEGUS KEVIN J [US]) 21 February 2002 (2002-02-21) paragraph [0011] - paragraph [0016]; figures 1-5 -----	1-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2010/001266

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2048793 A1	15-04-2009	CA 2640790 A1	08-04-2009
		US 2009097531 A1	16-04-2009
WO 2007075133 A1	05-07-2007	EP 1966900 A1	10-09-2008
		US 2008298434 A1	04-12-2008
EP 1717962 A1	02-11-2006	DE 602005004757 T2	26-02-2009
		JP 2006311494 A	09-11-2006
		KR 20060113345 A	02-11-2006
		US 2006245470 A1	02-11-2006
US 2002021745 A1	21-02-2002	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2010/001266

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H04B1/713
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H04B

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, PAJ, 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 2 048 793 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 15. April 2009 (2009-04-15) Absatz [0004] Absatz [0007] Absatz [0010] - Absatz [0015] Absatz [0019] - Absatz [0021] Absatz [0025] - Absatz [0028]; Abbildung 5 -----	1-24
Y	WO 2007/075133 A1 (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]; NYBERG HENRIK [SE]; SKILLERMARK PER [SE]) 5. Juli 2007 (2007-07-05) Seite 6, Zeile 21 - Seite 15, Zeile 2; Abbildungen 1a-4b Seite 15, Zeile 5 - Seite 17, Zeile 15; Abbildungen 5a-6c -----	1-24

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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" älteres Dokument, 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 anderen 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. Februar 2011	18/02/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Nilsson, Martin

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2010/001266

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 1 717 962 A1 (LUCENT TECHNOLOGIES INC [US]) 2. November 2006 (2006-11-02) Absatz [0006] Absatz [0012] Absatz [0016] Absatz [0019] -----	1-24
A	US 2002/021745 A1 (NEGUS KEVIN J [US]) 21. Februar 2002 (2002-02-21) Absatz [0011] - Absatz [0016]; Abbildungen 1-5 -----	1-24

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2010/001266

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2048793 A1	15-04-2009	CA 2640790 A1	08-04-2009
		US 2009097531 A1	16-04-2009
WO 2007075133 A1	05-07-2007	EP 1966900 A1	10-09-2008
		US 2008298434 A1	04-12-2008
EP 1717962 A1	02-11-2006	DE 602005004757 T2	26-02-2009
		JP 2006311494 A	09-11-2006
		KR 20060113345 A	02-11-2006
		US 2006245470 A1	02-11-2006
US 2002021745 A1	21-02-2002	KEINE	