



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 025 109 A1** 2005.12.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 025 109.6**

(22) Anmeldetag: **21.05.2004**

(43) Offenlegungstag: **22.12.2005**

(51) Int Cl.7: **H04L 7/08**
H04L 7/10

(71) Anmelder:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

(74) Vertreter:
**Graf Lambsdorff, M., Dipl.-Phys.Dr.rer.nat.,
Pat.-Anw., 81673 München**

(72) Erfinder:
Fechtel, Stefan, 81549 München, DE

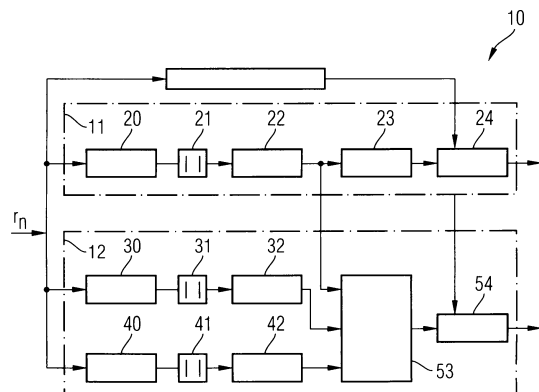
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
US2003/00 99 314 A1
EP 14 14 208 A1
**"Statistical Signal Processing, Vol. II: Detec-
tion Theory", S.M. Kay, Prentice-Hall, 1988;**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Präambeldetektion und Rahmensynchronisation bei der Datenpa-
ketübertragung**

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung (10) zur Präambel-
detektion und Rahmensynchronisation, wobei zwischen Sen-
der und Empfänger Datenpakete über Funk übertragen
werden und den Datenpaketen jeweils eine bekannte Prä-
ambel mit einer Folge von Präambelabschnitten (B) voran-
gestellt ist, mit einer Korrelatoreinheit (20) zur Korrelation
von Abtastwerten (r_n) mit einem Präambelabschnitt (B), ei-
ner Akkumulatoreinheit (23) zur Akkumulation von Korrela-
tionsergebnissen und einer Detektoreinheit (24) zur Detek-
tion einer empfangenen Präambel anhand eines Vergleichs
des Akkumulationsergebnisses mit einem Schwellwert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren, mittels welcher eine Präambel eines über Funk empfangenen Datenpakets detektiert werden kann. Insbesondere sind die Vorrichtung und das Verfahren dazu ausgelegt, einen Empfänger mit einer Rahmenstruktur eines von einem Sender empfangenen Funksignals zu synchronisieren.

Stand der Technik

[0002] In Paketübertragungssystemen, wie beispielsweise WLAN, ist den Nutzdaten eines Datenpakets eine bekannte Präambel vorangestellt, um die empfängerseitige Aufsynchronisation zu unterstützen. Die Datenpakete haben unterschiedliche Längen und können zu nicht bekannten oder nur ungenau bekannten Zeitpunkten beim Empfänger eintreffen. Daher muss der Empfänger zunächst eine Anfangssynchronisation (englisch: acquisition) durchführen, bei welcher unter anderem die Präambel und damit der Empfang eines Datenpakets detektiert werden und anschließend die genaue zeitliche Position der Präambel und damit die zeitliche Lage der nachfolgenden Nutzdaten bestimmt werden.

[0003] Problematisch bei der Präambeldetektion (englisch: preamble detection) und der Rahmensynchronisation (englisch: time synchronization) sind die empfängerseitige Ungewissheit über den Zeitpunkt des Eintreffens eines Datenpakets sowie die Eigenschaften des Übertragungskanals. Ferner erfordert das Übertragungsprotokoll oft eine schnelle Präambeldetektion, wie beispielweise beim WLAN 802.11a/g-Standard, bei welchem die Präambeldetektion innerhalb von 4 μ s nach Beginn des Datenpakets erfolgt sein muss.

[0004] Des Weiteren werden die Präambeldetektion und die Rahmensynchronisation durch die nachfolgend aufgeführten Gegebenheiten erschwert:

- Der Mehrwegekanal $h = [h(-L_1) \dots h(0) \dots h(+L_2)]$ mit den zeitvarianten Kanalkoeffizienten $h(i)$ ist unbekannt. Ferner sind auch das Mehrwegeprofil $E[|h(i)|^2]$ und die Länge $L = L_1 + L_2$ des Mehrwegekanals unbekannt.
- Die Nutz- und Rauschsignalpegel und demzufolge auch das Signal-zu-Rauschverhältnis sind ebenfalls unbekannt.
- Das Frontend übt zu Beginn des Datenpaketempfangs unbekannte Einflüsse aus. Insbesondere verursachen die Einheiten RSSI (radio signal strength indicator), AGC (automatic gain control) und VCO (voltage controlled oscillator) Signalpegel-, Frequenz- und Phasentransienten sowie einen unbekanntes Frequenzversatz, wodurch ein Teil der Präambel nicht detektierbar ist und die ersten Abtastwerte stark verzerrt sein können.
- Die Präambel weist eine ungünstige Struktur

auf, welche die Bestimmung der genauen zeitlichen Position des Datenpakets erschwert. Beispielsweise weist die Präambel im WLAN 11a-Standard die Struktur [B B B B B B B B B C1 C2 C1 C2 C1] auf. Diese Präambel enthält 10 B-Segmente mit einer jeweiligen Dauer von 0,8 μ s und einer Länge von 16 Präambelsymbolen sowie 5 C-Segmente mit einer jeweiligen Dauer von 1,6 μ s und einer Länge von 32 Präambelsymbolen. Der Beginn der Präambel und damit auch der Beginn der Nutzdaten lässt sich nur durch eine Suche nach dem Übergang von den B- zu den C-Segmenten bestimmen.

[0005] Bislang beruht die Präambeldetektion und Rahmensynchronisation auf der Autokorrelation periodischer Signalabschnitte. Dabei wird ausgenutzt, dass periodische Signale zwar durch die vorstehend genannten Einflüsse verzerrt werden, aber bis auf Phasendrehungen und Transienten an den Übergängen periodisch bleiben.

[0006] Bei der Autokorrelation zweier aufeinander folgender Signalabschnitte mit bekannter Periodenlänge ergibt sich am Ausgang des Korrelators immer dann ein flaches Maximum der Metrik, wenn der Korrelator ausschließlich Abtastwerte der gesuchten Präambel miteinander korreliert. Zur Veranschaulichung dieses Sachverhalts ist in **Fig. 1** ein Datenpaket mit einer aus B-, C1- und C2-Segmenten bestehenden Präambel gezeigt. Die sich aus der Autokorrelation ergebende Metrik M ist ebenfalls dargestellt.

[0007] Nach der Autokorrelation der Abtastwerte wird das sich daraus ergebende Signal üblicherweise einer Nachverarbeitung unterzogen, wie beispielsweise einer Schwellwertdetektion und Konsistenzprüfungen, um die Detektionswahrscheinlichkeit zu erhöhen und gleichzeitig die Fehlalarmrate gering zu halten.

[0008] Ein Nachteil der Präambeldetektion durch Autokorrelation ist eine hohe Latenz, da das Maximum der Metrik am Korrelatorausgang erst nach zwei Periodenlängen erreicht wird. Ein weiterer Nachteil der Autokorrelation ist die nur ungenaue Rahmensynchronisation, da die Metrik einen nur weichen Übergang beim B-C-Übergang erkennen lässt. Ferner ist die Autokorrelation störanfällig gegenüber unerwünschten Signalen, die eine ähnliche Periodenlänge aufweisen wie die gesuchte Präambel.

[0009] Für die Präambeldetektion und die Rahmensynchronisation wurden bislang keine Vorrichtungen eingesetzt, die auf dem Prinzip der optimalen Detektion eines bekannten Signals im Rauschen basieren, wobei das Signal einen unbekanntes Mehrwege-Schwundkanal durchlaufen hat. Derartige Optimaldetektoren sind in dem Buch „Statistical Signal Processing – Vol. II: Detection Theory“ von S. M. Kay,

erschienen bei Prentice-Hall, 1998 beschrieben.

[0010] Ein Optimaldetektor besteht aus einem RAKE-Empfänger mit mehreren RAKE-Fingern. Jeder RAKE-Finger ermittelt den Energieanteil eines Übertragungswegs. Dazu enthält jeder RAKE-Finger einen Kreuzkorrelator und einen nicht-kohärenten Detektor. Die RAKE-Anteile werden gewichtet, aufsummiert und anschließend einem Schwellwertdetektor zugeführt.

[0011] Im Ergebnis berechnet ein Optimaldetektor jeweils eine Metrik für die Hypothese, nach welcher das gesuchte Signal empfangen wurde, und eine Hypothese dafür, dass das gesuchte Signal nicht empfangen wurde. Anschließend wird eine Schwellwertentscheidung durchgeführt. Eine optimale Detektion ist theoretisch jedoch nur unter folgenden Randbedingungen möglich:

- Das Mehrwegeprofil $E[|h(i)|^2]$, die Länge L und der Rauschpegel sind bekannt.
- Das Frontend übt keine Einflüsse auf die Präambeldetektion aus. Insbesondere treten keine Phasentransienten durch VCO-Einschwingen und Frequenzversatz auf.
- Das Empfangssignal steht über die gesamte Länge der gesuchten Präambel zur Verfügung.
- Das Zeitraster der gesuchten Präambel ist bekannt, d.h. bestimmte Anfangszeitpunkte sind vorgegeben, wie beispielsweise bei Zeitschlitzten in TDMA-basierten Mobilfunksystemen.

[0012] Die vorstehend aufgeführten Randbedingungen sind aufgrund der weiter oben aufgeführten erschwerenden Gegebenheiten und der Forderung nach einer schnellen Präambeldetektion nicht erfüllt. Im Einzelnen sind das Mehrwegeprofil und das Signal-zu-Rauschverhältnis nicht genau bekannt, das Frontend erzeugt starke Phasentransienten, für die schnelle Präambeldetektion steht nur ein kurzer Signalabstand zur Verfügung, und die Zeitpunkte, zu denen Datenpakete eintreffen, sind völlig unbekannt. Aus diesen Gründen wurden Optimaldetektoren bislang nicht zur Präambeldetektion und Rahmensynchronisation eingesetzt.

Aufgabenstellung

[0013] Aufgabe der Erfindung ist, eine Vorrichtung zur Präambeldetektion zu schaffen, die unerwünschte Störsignale besser als bisherige Vorrichtungen unterdrückt und eine geringe Latenzzeit aufweist. Insbesondere soll die Vorrichtung auch zur Synchronisation eines Empfängers mit einer Rahmenstruktur eines von einem Sender empfangenen Funksignals ausgelegt sein. In diesem Fall soll die Vorrichtung eine exaktere Rahmensynchronisation ermöglichen. Des Weiteren sollen ein Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung sowie ein weiteres, der Vorrichtung entsprechendes Verfahren zur Präambeldetektion und

insbesondere zur Rahmensynchronisation angegeben werden.

[0014] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabenstellung wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1, 11 und 14 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0015] Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung besteht darin, für die Präambeldetektion und insbesondere für die Rahmensynchronisation eine quasi-optimale Detektion einzusetzen. D.h. ein Optimaldetektor wird derart modifiziert, dass für den Betrieb dieses quasi-optimalen Detektors nicht sämtliche oben genannten Randbedingungen, die Voraussetzung für eine vollwertige optimale Detektion sind, erfüllt sein müssen.

[0016] Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird davon ausgegangen, dass zwischen einem Sender und einem Empfänger über Funk Datenpakete übertragen werden, denen jeweils eine Präambel vorangestellt ist. Die Präambel enthält eine Folge von gleichen ersten Präambelabschnitten (bzw. Präambelsegmenten), welche sich jeweils aus einer identischen Folge von Präambelsymbolen zusammensetzen. Die Präambel ist in dem Empfänger komplett bekannt.

[0017] Um eine Präambeldetektion durchführen zu können, umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine erste Korrelatoreinheit, eine erste Akkumulatoreinheit und eine erste Detektoreinheit.

[0018] Die erste Korrelatoreinheit nimmt Abtastwerte der von dem Empfänger empfangenen Funksignale entgegen und korreliert diese mit der bekannten Präambelsymbolfolge des ersten Präambelabschnitts.

[0019] Die von der ersten Korrelatoreinheit ausgehenden ersten Korrelationsergebnisse werden gegebenenfalls weiterverarbeitet und anschließend der ersten Akkumulatoreinheit zugeführt, welche durch Akkumulation der ihr zugeführten Werte eine erste Metrik generiert.

[0020] Die erste Detektoreinheit führt einen Vergleich der ersten Metrik mit einem ersten Schwellwert durch. Anhand dieses Vergleichs kann festgestellt werden, ob die Präambel von dem Empfänger empfangen wurde.

[0021] In der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird keine Autokorrelation wie bei herkömmlichen, dem gleichen Zweck dienenden Vorrichtungen durchgeführt, sondern es wird wie bei einem Optimaldetektor eine Kreuzkorrelation der Abtastwerte der empfangenen Funksignale mit den bekannten Präambelsym-

boten vorgenommen. Im Unterschied zu einem Optimaldetektor wird die Kreuzkorrelation nicht über die gesamte Präambel durchgeführt, sondern es wird erfindungsgemäß nur über die Länge eines ersten Präambelabschnitts korreliert und das daraus hervorgehende Korrelationsergebnis anschließend für eine Akkumulation herangezogen. Demnach ist es für den Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht zwingend notwendig, dass die gesamte Länge der gesuchten Präambel zur Verfügung steht.

[0022] Da erfindungsgemäß bereits nach der Zeitdauer eines ersten Präambelabschnitts eine Aussage darüber gemacht werden kann, ob ein Datenpaket mit der gesuchten Präambel in den Empfänger eingegangen ist, wird die Latenzzeit aufgrund der Erfindung verkürzt. Bei der herkömmlichen Autokorrelation muss nämlich über mindestens zwei erste Präambelabschnitte korreliert werden, bevor eine derartige Aussage gemacht werden kann.

[0023] Ein weiterer Unterschied der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegenüber einem herkömmlichen Optimaldetektor ist, dass die parallelverarbeitende RAKE-Struktur, wie sie bei einem herkömmlichen Optimaldetektor zum Einsatz kommt, aufgehoben wurde. Statt der vormals in den parallel geschalteten RAKE-Fingern durchgeführten Korrelationen werden nunmehr die Abtastwerte seriell in der ersten Korrelatoreinheit verarbeitet.

[0024] Die genannten Modifikationen des Optimaldetektors führen im Ergebnis dazu, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung als Quasi-Optimaldetektor zur Präambeldetektion eingesetzt werden kann und darüber hinaus unerwünschte Störsignale besser unterdrückt als bislang bekannte Vorrichtungen, die auf Autokorrelationsverfahren basieren.

[0025] Vorzugsweise ist der ersten Korrelatoreinheit eine erste Mittelungseinheit nachgeschaltet. Die erste Mittelungseinheit bildet einen ersten Mittelwert aus den ersten Korrelationsergebnissen und zwar über eine vorgegebene Anzahl von aufeinander folgenden ersten Korrelationsergebnissen.

[0026] Durch die Mittelwertbildung über mehrere aufeinander folgende erste Korrelationsergebnisse werden verschiedene Ausbreitungspfade der Funkübertragung berücksichtigt. Diese Aufgabe wird bei einem herkömmlichen Optimaldetektor von den RAKE-Fingern übernommen. Folglich trägt die genannte Maßnahme zu einer Vereinfachung der Vorrichtung bei. Ferner kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung die Anzahl der betrachteten Mehrwegpfade im Vergleich zu einem herkömmlichen Optimaldetektor reduziert werden.

[0027] Des Weiteren ist zwischen die erste Korrelatoreinheit und die erste Mittelungseinheit vorteilhaft

erweise eine erste Betragsbildungseinheit geschaltet. Die erste Betragsbildungseinheit erzeugt aus den ersten Korrelationsergebnisse die jeweiligen Beträge. Aufgrund dieser Maßnahme werden die von Phasentransienten verursachten Effekte unterdrückt.

[0028] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die Präambeldetektionen mit zwei unterschiedlichen Geschwindigkeiten durchgeführt werden. Eine schnelle Präambeldetektion dient zum frühzeitigen Aufspüren eines Datenpakets. Eine langsame Präambeldetektion liefert ein zuverlässigeres Ergebnis als die schnelle Präambeldetektion. Wird die langsame Präambeldetektion im Anschluss an die schnelle Präambeldetektion durchgeführt, so kann das mittels der schnellen Präambeldetektion ermittelte Ergebnis durch die langsame Präambeldetektion entweder bestätigt oder verworfen werden.

[0029] Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung dient der Rahmensynchronisation des Empfängers mit der Rahmenstruktur des von dem Sender empfangenen Funksignals. Zu diesem Zweck ist vorgesehen, dass die Präambel neben den ersten Präambelabschnitten mindestens einen zweiten Präambelabschnitt enthält und dass der mindestens eine zweite Präambelabschnitt wiederum aus einer Folge von Präambelsymbolen aufgebaut ist. Ferner umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung eine zweite Korrelatoreinheit, eine zweite Akkumulatoreinheit und eine zweite Detektoreinheit.

[0030] Die zweite Korrelatoreinheit korreliert die Abtastwerte der empfangenen Funksignale mit der bekannten Präambelsymbolfolge des zweiten Präambelabschnitts. Nachdem über die Länge des zweiten Präambelabschnitts korreliert wurde, wird das daraus erhaltene zweite Korrelationsergebnis gegebenenfalls weiterverarbeitet und anschließend der zweiten Akkumulatoreinheit zugeführt. Der zweiten Akkumulatoreinheit werden des Weiteren auch Werte, die auf den ersten Korrelationsergebnissen basieren, zugeführt. Die zweite Akkumulatoreinheit erzeugt durch Akkumulation der ihr zugeführten Werte eine zweite Metrik. Die zweite Metrik wird von der zweiten Detektoreinheit mit einem zweiten Schwellwert verglichen. Anhand derartiger Vergleiche kann der Rahmenbeginn des Funksignals lokalisiert werden.

[0031] Aufgrund der Erweiterung der erfindungsgemäßen Vorrichtung um den vorstehend beschriebenen Verarbeitungspfad kann eine exaktere Rahmensynchronisation als bisher möglich durchgeführt werden. Der Grund dafür ist, dass die zweite Metrik an den Übergängen zwischen den ersten und den zweiten Präambelabschnitten deutliche Spitzen aufweist.

[0032] Ferner kann vorteilhafterweise vorgesehen

sein, dass die Präambel mindestens einen aus einer Präambelsymbolfolge bestehenden dritten Präambelabschnitt aufweist. Eine dritte Korrelatoreinheit erzeugt dritte Korrelationsergebnisse, indem sie Abtastwerte mit der Präambelsymbolfolge des dritten Präambelabschnitts korreliert. Bei dieser vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung berücksichtigt die zweite Akkulatoreinheit bei der Bildung der zweiten Metrik zusätzlich Werte, die auf den dritten Korrelationsergebnissen basieren. Aufgrund der Einbeziehung des dritten Präambelabschnitts erhöht sich die Genauigkeit der Rahmensynchronisation.

[0033] Die erste, zweite und gegebenenfalls dritte Korrelatoreinheit sind vorzugsweise parallel geschaltet, sodass diese Korrelatoreinheiten zu einem Zeitpunkt von denselben Abtastwerten gespeist werden. Diese Maßnahme garantiert eine schnellstmögliche Rahmensynchronisation.

[0034] Um die serielle Verarbeitung der Abtastwerte zu ermöglichen, sind die erste Korrelatoreinheit und/oder die zweite Korrelatoreinheit und/oder die dritte Korrelatoreinheit vorteilhafterweise jeweils in Form eines FIR (finite impulse response)-Filters ausgestaltet.

[0035] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind zwischen die zweite Korrelatoreinheit und die zweite Akkulatoreinheit bzw. zwischen die dritte Korrelatoreinheit und die zweite Akkulatoreinheit Mittelungseinheiten geschaltet. Die Mittelungseinheiten bilden jeweils einen Mittelwert über eine vorgegebene Anzahl von aufeinander folgenden zweiten bzw. dritten Korrelationsergebnissen.

[0036] Zur weiteren Unterdrückung der von Phasentransienten generierten Effekte sind vorteilhafterweise Betragsbildungseinheiten der zweiten Korrelatoreinheit und/oder der dritten Korrelatoreinheit nachgeschaltet.

[0037] Ein erstes erfindungsgemäßes Verfahren dient zum Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung. In einem ersten Verfahrensschritt werden dabei die erste Korrelatoreinheit, die erste Akkulatoreinheit und die erste Detektoreinheit in einem ersten Betriebsmodus betrieben. Der erste Betriebsmodus zeichnet sich durch eine schnelle Präambeldetektion aus. Infolgedessen kann innerhalb kurzer Zeit eine erste Aussage über das Vorliegen einer Präambel gemacht werden. Jedoch ist die Zuverlässigkeit dieser Aussage aufgrund der schnellen Messung gering. Aus diesem Grund wird in einem zweiten Verfahrensschritt ein zweiter Betriebsmodus aktiviert, der durch eine langsame Präambeldetektion gekennzeichnet ist. Der Wechsel in den zweiten Betriebsmodus erfolgt in Abhängigkeit von dem ersten Vergleich. Dies bedeutet beispielsweise, dass in den zweiten

Betriebsmodus gewechselt wird, sobald im Zuge der schnellen Präambeldetektion eine Präambel mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit detektiert wurde.

[0038] Vorzugsweise kann des Weiteren vorgesehen sein, dass von dem zweiten Betriebsmodus in einen dritten Betriebsmodus gewechselt wird, wenn in dem zweiten Verfahrensschritt bestätigt wurde, dass eine Präambel detektiert wurde. In dem dritten Betriebsmodus wird die Rahmensynchronisation durchgeführt.

[0039] Mittels eines zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine empfangene Präambel detektiert werden. Dazu werden die nachfolgenden Verfahrensschritte durchgeführt:

- (a) Korrelieren von Abtastwerten mit der Präambelsymbolfolge des ersten Präambelabschnitts;
- (b) Akkulieren von Werten, die auf den im Schritt (a) erzeugten ersten Korrelationsergebnissen basieren; und
- (c) Detektieren einer empfangenen Präambel anhand eines ersten Vergleichs einer im Schritt (b) erzeugten ersten Metrik mit einem ersten Schwellwert.

[0040] Das zweite erfindungsgemäße Verfahren weist dieselben Vorteile gegenüber herkömmlichen, dem gleichen Zweck dienenden Verfahren auf wie die erfindungsgemäße Vorrichtung.

[0041] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

[0042] [Fig. 1](#) ein Schaubild zur Veranschaulichung einer mittels einer Autokorrelation gewonnenen Metrik gemäß dem Stand der Technik;

[0043] [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild eines Optimaldetektors gemäß dem Stand der Technik;

[0044] [Fig. 3](#) ein Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung zur Präambeldetektion und Rahmensynchronisation als Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

[0045] [Fig. 4](#) ein Blockschaltbild eines als FIR-Filter ausgeführten Korrelators;

[0046] [Fig. 5](#) ein Schaubild zur Veranschaulichung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Präambeldetektion und Rahmensynchronisation; und

[0047] [Fig. 6](#) ein Blockschaltbild einer Implementierung des als FIR-Filter ausgeführten Korrelators.

Ausführungsbeispiel

[0048] In [Fig. 2](#) ist das Blockschaltbild eines herkömmlichen Optimaldetektors **1** dargestellt. Der Optimaldetektor **1** besteht im Wesentlichen aus einem RAKE-Empfänger mit $L = L1 + L2$ parallel geschalteten RAKE-Fingern, von denen in [Fig. 2](#) exemplarisch die RAKE-Finger **2** und **3** dargestellt sind. Alle RAKE-Finger sind identisch aufgebaut. Eingangsseitig weisen sie einen Kreuzkorrelator auf, dem ein Akkumulator, eine Betragsbildungseinheit und ein Multiplikator nachgeschaltet sind.

[0049] Die RAKE-Finger werden von dem Frontend mit Abtastwerten r_n der empfangenen Funksignale gespeist. In jedem RAKE-Finger werden die Abtastwerte r_n zunächst einer Kreuzkorrelation unterworfen. Dabei werden die eingehenden Abtastwerte r_n sukzessive mit den komplex konjugierten Symbolen p_n^* einer bekannten Folge multipliziert. Jedem RAKE-Finger ist ein anderes Folgeglied der bekannten Folge als Startwert für die Multiplikationen zugewiesen.

[0050] Die Ergebnisse der jeweiligen Korrelationen werden in den RAKE-Fingern mit Hilfe der Akkumulatoren aufsummiert. Danach werden die Beträge der einzelnen Akkumulationsergebnisse ermittelt. Bevor die Ausgangswerte der RAKE-Finger mittels eines Addierers **4** aufsummiert werden, wird das Ausgangssignal jedes RAKE-Fingers noch mit einem Wiener-Gewichtungsfaktor w gewichtet.

[0051] Dem Addierer **4** ist ein Schwellwertdetektor **5** nachgeschaltet. Der Schwellwertdetektor **5** vergleicht den von dem Addierer **4** erhaltenen Wert mit einem vorgegebenen Schwellwert. Anhand dieses Vergleichs trifft der Schwellwertdetektor **5** eine Aussage darüber, ob in dem empfangenen Funksignal die bekannte Folge enthalten ist.

[0052] In [Fig. 3](#) ist als Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Blockschaltbild einer Schaltungsanordnung **10** gezeigt, die zur Präambeldetektion und Rahmensynchronisation ausgelegt ist. Die Schaltungsanordnung **10** basiert zwar auf dem Prinzip des in [Fig. 2](#) gezeigten Optimaldetektors **1**, sie ist jedoch so modifiziert, dass mit ihr Präambeldetektionen und Rahmensynchronisationen vorgenommen werden können. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel liegt der Funkübertragung zwischen Sender und Empfänger der WLAN-Standard zugrunde. Die am Anfang jedes Datenpakets stehende Präambel weist demnach die in [Fig. 1](#) dargestellte Form auf.

[0053] Zum Zweck der Präambeldetektion und Rahmensynchronisation enthält die Schaltungsanordnung **10** verschiedene Verarbeitungspfade. So dient der Verarbeitungspfad **11** zur Präambeldetektion,

während der Verarbeitungspfad **12** zur Rahmensynchronisation ausgelegt ist.

[0054] In dem Verarbeitungspfad **11** sind ein Korrelator **20**, eine Betragsbildungseinheit **21**, eine Mittelungseinheit **22**, ein Akkumulator **23** und ein Schwellwertdetektor **24** in der angegebenen Reihenfolge hintereinander geschaltet.

[0055] Mittels des Korrelators **20** werden die in die Schaltungsanordnung **10** eingehenden Abtastwerte r_n der empfangenen Funksignale mit den bekannten Symbolen des B-Segments der in [Fig. 1](#) gezeigten Präambel kreuzkorreliert. Der Betrag der Ausgangswerte des Korrelators **20** wird von der Betragsbildungseinheit **21** ermittelt. Die ermittelten Beträge werden in der Mittelungseinheit **22** einer Mittelwertbildung unterzogen. Dabei ist vorgegeben, über wie viele Ausgangswerte ein Mittelwert gebildet wird. Anschließend werden die Mittelwerte in dem Akkumulator **23** aufsummiert. Die daraus erhaltene Metrik wird von dem Schwellwertdetektor **24** mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen. An dem Ausgangssignal des Schwellwertdetektors **24** lässt sich ablesen, ob die B-Segmente und damit die Präambel empfangen wurden.

[0056] In dem Verarbeitungspfad **12** sind ein Korrelator **30**, eine Betragsbildungseinheit **31** und eine Mittelungseinheit **32** in Serie geschaltet. Gleiches gilt für einen Korrelator **40**, eine Betragbildungseinheit **41** und eine Mittelungseinheit **42**. Die Ausgänge der Mittelungseinheiten **22**, **32** und **42** sind mit den Eingängen eines Metrikprozessors **53** verbunden, welchem ein Schwellwertdetektor **54** nachgeschaltet ist.

[0057] Die Korrelatoren **30** und **40** werden mit den Abtastwerten r_n der empfangenen Funksignale gespeist. Die Korrelatoren **30** und **40** sowie die Betragsbildungseinheiten **31** und **41** und die Mittelungseinheiten **32** und **42** arbeiten genauso wie die bereits weiter oben beschriebenen entsprechenden Einheiten des Verarbeitungspfades **11**. Der entscheidende Unterschied zwischen den Verarbeitungspfaden **11** und **12** besteht in den unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten. Die Korrelatoren **30** und **40** korrelieren nämlich die Abtastwerte r_n mit den Symbolen des Präambelsegments C1. Da das C1-Segment sich aus den Untersegmenten C1a und C1b zusammensetzt, verwendet der Korrelator **30** die Symbole des Untersegments C1a als Korrelationskoeffizienten, während der Korrelator **40** zu diesem Zweck die Symbole des Untersegments C1b benutzt.

[0058] Der Metrikprozessor **53** erhält die gemittelten Korrelationsergebnisse sämtlicher Verarbeitungspfade und ermittelt daraus durch Akkumulation eine Metrik, welche von dem Schwellwertdetektor **54** mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen wird. Anhand der Ergebnisse derartiger Vergleiche lässt sich

die Position des Übergangs zwischen dem letzten B-Segment und dem ersten C1-Segment einer Präambel bestimmen. Sobald dieser Übergang ermittelt wurde, kennt der Empfänger die genaue Lage des empfangenen Datenpakets.

[0059] In [Fig. 4](#) ist ein FIR-Filter als mögliche Realisierungsform des Korrelators **20** dargestellt. Die Korrelatoren **30** und **40** können entsprechend ausgestaltet sein. Um als Kreuzkorrelator dienen zu können, werden die bekannten Symbole des B-Segments als Filterkoeffizienten des FIR-Filters **20** eingesetzt. Die Filterkoeffizienten sind fest eingestellt. Die Abtastwerte r_n werden zunächst in eine Verzögerungskette **60** eingegeben, aus welcher sie mit den entsprechenden Verzögerungen an Multiplizierer, von denen in [Fig. 4](#) exemplarisch die Multiplizierer **61** und **62** dargestellt sind, weitergegeben werden. Jeder Multiplizierer multipliziert die Abtastwerte r_n jeweils mit einem fest vorgegebenen komplex konjugierten Symbol des B-Segments. Die daraus erhaltenen Multiplikationsergebnisse werden von einem Addierer **63** aufsummiert.

[0060] In [Fig. 5](#) ist die Funktionsweise der in [Fig. 3](#) gezeigten Schaltungsanordnung **10** schematisch dargestellt. Darüber hinaus kann anhand des Schaubilds von [Fig. 5](#) ein Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Verfahren zur Präambeldetektion und Rahmensynchronisation erläutert werden.

[0061] In der obersten, ersten Zeile von [Fig. 5](#) ist der vordere Teil eines empfangenen Datenpakets, das in abgetasteter Form vorliegt, gezeigt. Das Datenpaket ist zusammengesetzt aus den B-, C1- und C2-Segmenten der -Präambel und den dahinter angeordneten Nutzdaten.

[0062] In der zweiten Zeile von [Fig. 5](#) sind die Ausgangssignale CORR der Korrelatoren **20**, **30** und **40** gegen die Zeit t aufgetragen. Aus den Maxima der Ausgangssignale CORR wird ersichtlich, welches Präambelsegment zu welchem Zeitpunkt detektiert wird.

[0063] Gemäß der in [Fig. 5](#) gezeigten Lage des empfangenen Datenpakets werden zunächst die Abtastwerte r_n der empfangenen B-Segmente detektiert. Ein Maximum **70** des Ausgangssignals CORR des Korrelators **20** ergibt sich, sobald das in [Fig. 4](#) gezeigte FIR-Filter **20** komplett mit den Abtastwerten r_n eines B-Segments gefüllt ist.

[0064] Parallel zur Korrelation der Abtastwerte r_n mit den Symbolen des B-Segments werden auch die Symbole des C1a- und des C1b-Untersegments mit den Abtastwerten r_n korreliert. Zu Beginn ergeben sich daraus keine Maxima, da den Abtastwerten r_n nur empfangene B-Segmente zugrunde liegen. Das erste am Ausgang des Korrelators **30** beobachtbare

Maximum ist das in [Fig. 5](#) eingezeichnete Maximum **71**. Das erste Maximum am Ausgang des Korrelators **40** ist das Maximum **72**.

[0065] In der dritten Zeile von [Fig. 5](#) ist die Mittelwertbildung über die einzelnen Ausgangssignale CORR dargestellt. Zur Generierung der Mittelwerte AVG wird jeweils über eine vorgegebene Anzahl von Abtastwerten r_n gemittelt. In [Fig. 5](#) ist das Zeitintervall, über welches gemittelt wird, durch die Breite des Rechtecks **73** veranschaulicht.

[0066] In die vierte Zeile von [Fig. 5](#) sind die Ausgangssignale ACCU des Akkumulators **23** bzw. des Metrikprozessors **53** eingezeichnet.

[0067] Der Akkumulator **23** summiert die von der Mittelungseinheit **22** erzeugten Mittelwerte AVG auf. Daraus ergibt sich die ansteigende Gerade, welche in der vierten Zeile von [Fig. 5](#) über die Maxima des Ausgangssignals ACCU gelegt ist. Ein derartiges Ansteigen der Maxima des von dem Akkumulator **23** generierten Ausgangssignals ACCU zeigt an, dass B-Segmente der Präambel empfangen wurden. Eine zu diesem Zweck durchgeführte Schwellwertdetektion kann beispielsweise so ausgelegt sein, dass die Detektion einer Präambel angezeigt wird, sobald das von dem Akkumulator **23** erzeugte Ausgangssignal ACCU erstmals einen vorgegebenen Wert überschreitet.

[0068] Des Weiteren ist in der vierten Zeile von [Fig. 5](#) auch die Funktionsweise des Metrikprozessors **53** veranschaulicht. Der Metrikprozessor **53** akkumuliert die von den Mittelungseinheiten **22**, **32** und **42** zur Verfügung gestellten Mittelwerte AVG. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel werden die einzelnen Mittelwerte AVG der Mittelungseinheiten **22**, **32** und **42** jeweils mit einem Zeitversatz von jeweils der Länge eines B-Segments aufsummiert. Dieser Zusammenhang ist in [Fig. 5](#) durch die Rechtecke **74**, **75** und **76** veranschaulicht. Während der Zeitdauer, die durch die Breite des Rechtecks **74** wiedergegeben ist, werden die von der Mittelungseinheit **22** ausgegebenen Mittelwerte AVG akkumuliert. Entsprechendes gilt für das Rechteck **75** und die von der Mittelungseinheit **32** erzeugten Mittelwerte AVG sowie für das Rechteck **76** und die von der Mittelungseinheit **42** erzeugten Mittelwerte AVG.

[0069] Als Ergebnis liefert der Metrikprozessor **53** ein Ausgangssignal ACCU, von welchem in [Fig. 5](#) ein mit dem Bezugszeichen **77** versehener Ausschnitt wiedergegeben ist. Solange lediglich Korrelationsergebnisse, denen nur Abtastwerte r_n von B-Segmenten zugrunde liegen, in den Metrikprozessor **53** eingehen, ergeben sich als Ausgangssignal ACCU nur kleine Maxima. Diese Maxima beruhen auf der Akkumulation der von der Mittelungseinheit **22** bereitgestellten Mittelwerte AVG. Sobald jedoch auch Korre-

lationsergebnisse, die auf Abtastwerten r_n der empfangenen C1a- und C1b-Untersegmente basieren, zu der Akkumulation erstmals beitragen, ergibt sich das aus [Fig. 5](#) ersichtliche Maximum des Ausgangssignals ACCU des Metrikprozessors **53**. Dieses Maximum wird genau zu dem Zeitpunkt erreicht, zu welchem die Maxima **71** und **72** des Ausgangssignals CORR der Korrelatoren **30** und **40** zu dem Ausgangssignal ACCU beitragen. Nach Erreichen des beschriebenen Maximums gehen in den Korrelator **20** keine Abtastwerte r_n , denen ein B-Segment zugrunde liegt, mehr ein, sodass das Ausgangssignal ACCU wieder auf einen kleineren Wert zurückfällt.

[0070] Anhand des beschriebenen Maximums des Ausgangssignals ACCU des Metrikprozessors **53** kann auf den Übergang zwischen den empfangenen B-Segmenten und dem ersten C1-Segment geschlossen werden. Beispielsweise kann dazu eine Schwellwertdetektion durchgeführt werden, welche anzeigt, dass das Ausgangssignal ACCU des Metrikprozessors **53** einen vorgegebenen Schwellwert überschritten hat.

[0071] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel nimmt Bezug auf die in [Fig. 3](#) dargestellte Schaltungsanordnung **10**.

[0072] Es wird davon ausgegangen, dass sich die Schaltungsanordnung **10** zunächst in einem Bereitschaftsmodus befindet. Sobald die Schaltungsanordnung **1** von außen, beispielsweise von der RSSI-Einheit, ein Triggersignal erhält, wechselt sie von dem Bereitschaftsmodus in den Betriebsmodus „Präambeldetektion“ und aktiviert die Bauelemente des Verarbeitungspfads **11**, welche zur Präambeldetektion benötigt werden.

[0073] Sobald das Ausgangssignal ACCU des Akkumulators **23** ein bestimmtes Kriterium erfüllt, startet die Schaltungsanordnung **10** eine schnelle Präambeldetektion. Das Kriterium kann beispielsweise darin bestehen, dass die Maxima des Ausgangssignals ACCU einen vorgegebenen ersten Schwellwert erstmals überschreiten.

[0074] Sofern bei der schnellen Präambeldetektion die Maxima des Ausgangssignals ACCU des Akkumulators **23** einen vorgegebenen zweiten Schwellwert erstmals überschreiten, welcher beispielsweise höher liegen kann als der erste Schwellwert, wird anstelle der schnellen eine langsame Präambeldetektion durchgeführt. Die langsame Präambeldetektion zeichnet sich im Vergleich zu der schnellen Präambeldetektion durch eine höhere Zuverlässigkeit aus.

[0075] Sofern jedoch im Zuge der schnellen Präambeldetektion der zweite Schwellwert von dem Aus-

gangssignal ACCU innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums nicht erreicht wird, wird eine Fehldetektion deklariert und die Schaltungsanordnung kehrt in den Betriebsmodus „Präambeldetektion“ oder in den Bereitschaftsmodus zurück.

[0076] Nach Abschluss der langsamen Präambeldetektion wechselt die Schaltungsanordnung **10** in den Betriebsmodus „Rahmensynchronisation“. In diesem Betriebsmodus werden neben den Bauelementen des Verarbeitungspfads **11** auch diejenigen des Verarbeitungspfads **12** aktiviert. Sobald in diesem Betriebsmodus das Ausgangssignal ACCU des Metrikprozessors **53** erstmals einen vorgegebenen dritten Schwellwert überschreitet, ist die Position des B-C1-Übergangs gefunden. Bevor die Schaltungsanordnung **10** danach wieder in den Bereitschaftsmodus zurückkehrt, wird eine erfolgreiche Rahmensynchronisation deklariert und die weitere Verarbeitung des empfangenen Datenpakets getriggert. Sofern jedoch der dritte Schwellwert von dem Ausgangssignal ACCU innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums nicht erreicht wird, wird eine Fehldetektion deklariert und die Schaltungsanordnung kehrt in den Betriebsmodus „Präambeldetektion“ oder in den Bereitschaftsmodus zurück.

[0077] Bei dem vorstehend beschriebenen Verfahren ist es sinnvoll, die ersten, zweiten und dritten Schwellwerte jeweils in weiten Grenzen, mit geringen Schrittweiten und unabhängig voneinander programmierbar auszulegen.

[0078] In [Fig. 6](#) ist das Blockschaltbild einer möglichen Realisierung des FIR-Filters **20** dargestellt. Die Korrelatoren **30** und **40** können ähnlich ausgeführt sein.

[0079] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Filterkoeffizienten des FIR-Filters **20**, welche die komplex konjugierten Symbole des B-Segments sind, auf die sehr einfachen Symbole $\{-1, 0, 1\} + j\{-1, 0, 1\}$ abgebildet worden. Diese Vereinfachung führt zu keinen nennenswerten Verlusten, jedoch wird dadurch die Filterung auf eine Anzahl von Additionen reduziert. Infolge dieser Vereinfachung kann das FIR-Filter **20** durch zwei Reihen von hintereinander geschalteten Registern realisiert werden, wobei die Register entsprechend der berechneten Additionen mit zwei Addierern verbunden sind. Die Addierer erzeugen ausgangsseitig den Real- und Imaginärteil des Ausgangssignals CORR.

[0080] Die in [Fig. 3](#) gezeigten Mittelungseinheiten **22**, **32** und **42** können ebenfalls vereinfacht werden, indem sie so ausgeführt werden, dass sie eine vorgegebene Anzahl aufeinander folgender Korrelationswerte lediglich aufsummieren. Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die Mittelungseinheiten **22**, **32** und **42** die Korrelationswerte mit einem insbesondere

festen Gewichtungsfaktor, beispielsweise 1, 1/2, 1/4, beaufschlagen. Sowohl die Anzahl der aufzusummierenden Korrelationswerte als auch der Gewichtungsfaktor können insbesondere programmierbar ausgelegt sein.

[0081] Bei dem Akkumulator **23** sollte die zeitliche Akkumulationstiefe durch eine Gewichtung mit einem so genannten „forgetting factor“ begrenzt werden, um einen numerischen Überlauf bei fortlaufendem Betrieb zu vermeiden.

[0082] Für den Fall von OFDM-Modulation (WLAN) kann die durch die Rahmensynchronisation ermittelte Position vorteilhafterweise korrigiert werden. Mit Hilfe eines festen Verschiebungsparameters (englisch: timing headroom) kann das FFT-Fenster so angeordnet werden, dass die Vor- und Nachläufer der Kanalimpulsantwort möglichst mittig in das OFDM-Schutzintervall (englisch: guard interval) fallen. Der Verschiebungsparameter ist vorzugsweise programmierbar.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**10**) zur Präambeldetektion und insbesondere zur Synchronisation eines Empfängers mit einer Rahmenstruktur eines von einem Sender empfangenen Funksignals, wobei

- zwischen dem Sender und dem Empfänger Datenpakete über Funk übertragen werden und die Vorrichtung (**10**) Abtastwerte (r_n) der empfangenen Funksignale entgegennimmt und
- den Datenpaketen jeweils eine bekannte Präambel vorangestellt ist, wobei die Präambel eine Folge von gleichen ersten Präambelabschnitten (B) aufweist und die ersten Präambelabschnitte (B) jeweils eine Folge von Präambelsymbolen aufweisen, mit
- einer ersten Korrelatoreinheit (**20**) zur Korrelation von Abtastwerten (r_n) mit der Präambelsymbolfolge des ersten Präambelabschnitts (B),
- einer ersten Akkumulatoreinheit (**23**) zur Akkumulation von Werten, die auf den von der ersten Korrelatoreinheit (**20**) erzeugten ersten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren, und
- einer ersten Detektoreinheit (**24**) zur Detektion einer empfangenen Präambel anhand eines ersten Vergleichs einer von der ersten Akkumulatoreinheit (**23**) erzeugten ersten Metrik (ACCU) mit einem ersten Schwellwert.

2. Vorrichtung (**10**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, – dass zwischen die erste Korrelatoreinheit (**20**) und die erste Akkumulatoreinheit (**23**) eine erste Mittelungseinheit (**22**) zur Mittelwertbildung von ersten Korrelationsergebnissen (CORR) geschaltet ist, wobei die erste Mittelungseinheit (**22**) derart ausgestaltet ist, dass sie einen ersten Mittelwert (AVG) über eine vorgegebene Anzahl von auf-

einander folgenden ersten Korrelationsergebnissen (CORR) bildet.

3. Vorrichtung (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

- dass der ersten Korrelatoreinheit (**20**) eine erste Betragsbildungseinheit (**21**) zur Betragsbildung der ersten Korrelationsergebnisse (CORR) nachgeschaltet ist.

4. Vorrichtung (**10**) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Vorrichtung (**10**) derart ausgestaltet ist, dass eine Präambeldetektion mit zwei unterschiedlichen Geschwindigkeiten durchführbar ist, wobei die langsamere Präambeldetektion eine zuverlässigere Präambeldetektion als die schnellere Präambeldetektion erlaubt.

5. Vorrichtung (**10**) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Präambel mindestens einen zweiten Präambelabschnitt (C1a) aufweist und der mindestens eine zweite Präambelabschnitt (C1a) eine Folge von Präambelsymbolen aufweist, und
- dass die Vorrichtung (**10**) ferner umfasst:
- eine zweite Korrelatoreinheit (**30**) zur Korrelation von Abtastwerten (r_n) mit der Präambelsymbolfolge des mindestens einen zweiten Präambelabschnitts (C1a),
- eine zweite Akkumulatoreinheit (**53**) zur Akkumulation von Werten, die auf den ersten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren, und von Werten, die auf den von der zweiten Korrelatoreinheit (**30**) erzeugten zweiten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren, und
- einer zweiten Detektoreinheit (**54**) zur Detektion eines Rahmenbeginns anhand eines zweiten Vergleichs einer von der zweiten Akkumulatoreinheit (**53**) erzeugten zweiten Metrik (ACCU) mit einem zweiten Schwellwert.

6. Vorrichtung (**10**) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Präambel mindestens einen dritten Präambelabschnitt (C1b) aufweist und der mindestens eine dritte Präambelabschnitt (C1b) eine Folge von Präambelsymbolen aufweist,
- dass die Vorrichtung (**10**) ferner eine dritte Korrelatoreinheit (**40**) zur Korrelation von Abtastwerten (r_n) mit der Präambelsymbolfolge des mindestens einen dritten Präambelabschnitts (C1b) umfasst, und
- dass die zweite Akkumulatoreinheit (**53**) zur Akkumulation von Werten, die auf den ersten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren, und von Werten, die auf den zweiten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren, und von Werten, die auf den von der dritten Korrelatoreinheit (**40**) erzeugten dritten Korrelations-

ergebnissen (CORR) basieren, ausgelegt ist.

7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet,

– dass die erste, die zweite und gegebenenfalls die dritte Korrelatoreinheit (20, 30, 40) parallel geschaltet sind, sodass die Korrelatoreinheiten (20, 30, 40) zu einem Zeitpunkt die Korrelation derselben Abtastwerte (r_n) durchführen.

8. Vorrichtung (10) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

– dass die erste Korrelatoreinheit (20) und/oder die zweite Korrelatoreinheit (30) und/oder die dritte Korrelatoreinheit (40) jeweils in Form eines FIR-Filters (20) ausgestaltet sind.

9. Vorrichtung (10) nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet,

– dass zwischen die zweite Korrelatoreinheit (30) und die zweite Akkumulatoreinheit (53) eine zweite Mittelungseinheit (32) zur Mittelwertbildung von zweiten Korrelationsergebnissen (CORR) geschaltet ist, wobei die zweite Mittelungseinheit (32) derart ausgestaltet ist, dass sie einen zweiten Mittelwert (AVG) über eine vorgegebene Anzahl von aufeinander folgenden zweiten Korrelationsergebnissen (CORR) bildet, und/oder

– dass zwischen die dritte Korrelatoreinheit (40) und die zweite Akkumulatoreinheit (53) eine dritte Mittelungseinheit (42) zur Mittelwertbildung von dritten Korrelationsergebnissen (CORR) geschaltet ist, wobei die dritte Mittelungseinheit (42) derart ausgestaltet ist, dass sie einen dritten Mittelwert (AVG) über eine vorgegebene Anzahl von aufeinander folgenden dritten Korrelationsergebnissen (CORR) bildet.

10. Vorrichtung (10) nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet,

– dass der zweiten Korrelatoreinheit (30) eine zweite Betragsbildungseinheit (31) zur Betragsbildung der zweiten Korrelationsergebnisse (CORR) nachgeschaltet ist, und/oder

– dass der dritten Korrelatoreinheit (40) eine dritte Betragsbildungseinheit (41) zur Betragsbildung der dritten Korrelationsergebnisse (CORR) nachgeschaltet ist.

11. Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung (10) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, mit den Schritten:

(a) Betreiben der ersten Korrelatoreinheit (20), der ersten Akkumulatoreinheit (23) und der ersten Detektoreinheit (24) in einem ersten Betriebsmodus mit einer schnellen Präambeldetektion; und

(b) Wechseln in einen zweiten Betriebsmodus mit einer langsamen Präambeldetektion in Abhängigkeit

von dem ersten Vergleich.

12. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch

– einen Schritt (c), bei dem in Abhängigkeit von dem ersten Vergleich von dem zweiten Betriebsmodus in einen dritten Betriebsmodus gewechselt wird, wobei in dem dritten Betriebsmodus die zweite Korrelatoreinheit (30), die zweite Akkumulatoreinheit (53) und die zweite Detektoreinheit (54) betrieben werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,

– dass in dem dritten Betriebsmodus zusätzlich die dritte Korrelatoreinheit (40) betrieben wird.

14. Verfahren zur Präambeldetektion und insbesondere zur Synchronisation eines Empfängers mit einer Rahmenstruktur eines von einem Sender empfangenen Funksignals, wobei

– zwischen dem Sender und dem Empfänger Datenpakete über Funk übertragen werden und die empfangenen Funksignale abgetastet werden und

– den Datenpaketen jeweils eine bekannte Präambel vorangestellt ist, wobei die Präambel eine Folge von gleichen ersten Präambelabschnitten (B) aufweist und die ersten Präambelabschnitte (B) jeweils eine Folge von Präambelsymbolen aufweisen, mit den Schritten:

(a) Korrelieren von Abtastwerten (r_n) mit der Präambelsymbolfolge des ersten Präambelabschnitts (B);

(b) Akkumulieren von Werten, die auf den im Schritt (a) erzeugten ersten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren; und

(c) Detektieren einer empfangenen Präambel anhand eines ersten Vergleichs einer im Schritt (b) erzeugten ersten Metrik (ACCU) mit einem ersten Schwellwert.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,

– dass nach dem Schritt (a) aus den ersten Korrelationsergebnissen (CORR) ein erster Mittelwert (AVG) gebildet wird, wobei der erste Mittelwert (AVG) über eine vorgegebene Anzahl von aufeinander folgenden ersten Korrelationsergebnissen (CORR) gebildet wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet,

– dass nach dem Schritt (a) aus den ersten Korrelationsergebnissen (CORR) der Betrag gebildet wird.

17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet,

– dass die Präambeldetektion mit zwei unterschiedlichen Geschwindigkeiten durchgeführt wird, wobei die langsamere Präambeldetektion eine zuverlässigere Präambeldetektion als die schnellere Präambeldetektion erlaubt.

18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet,
– dass die Präambel mindestens einen zweiten Präambelabschnitt (C1a) aufweist und der mindestens eine zweite Präambelabschnitt (C1a) eine Folge von Präambelsymbolen aufweist, und
– dass ferner folgende Schritte ausgeführt werden:
(d) Korrelieren von Abtastwerten (r_n) mit der Präambelsymbolfolge des mindestens einen zweiten Präambelabschnitts (C1a);
(e) Akkumulieren von Werten, die auf den ersten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren, und von Werten, die auf den im Schritt (d) erzeugten zweiten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren; und
(f) Detektieren eines Rahmenbeginns anhand eines zweiten Vergleichs einer im Schritt (e) erzeugten zweiten Metrik (RCCU) mit einem zweiten Schwellwert.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet,
– dass die Präambel mindestens einen dritten Präambelabschnitt (C1b) aufweist und der mindestens eine dritte Präambelabschnitt (C1b) eine Folge von Präambelsymbolen aufweist,
– dass durch Korrelieren von Abtastwerten (r_n) mit der Präambelsymbolfolge des mindestens einen dritten Präambelabschnitts (C1b) dritte Korrelationsergebnisse (CORR) erzeugt werden, und
– dass im Schritt (e) Werte, die auf den ersten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren, und Werte, die auf den zweiten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren, und Werte, die auf den dritten Korrelationsergebnissen (CORR) basieren, akkumuliert werden.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG 1 Stand der Technik

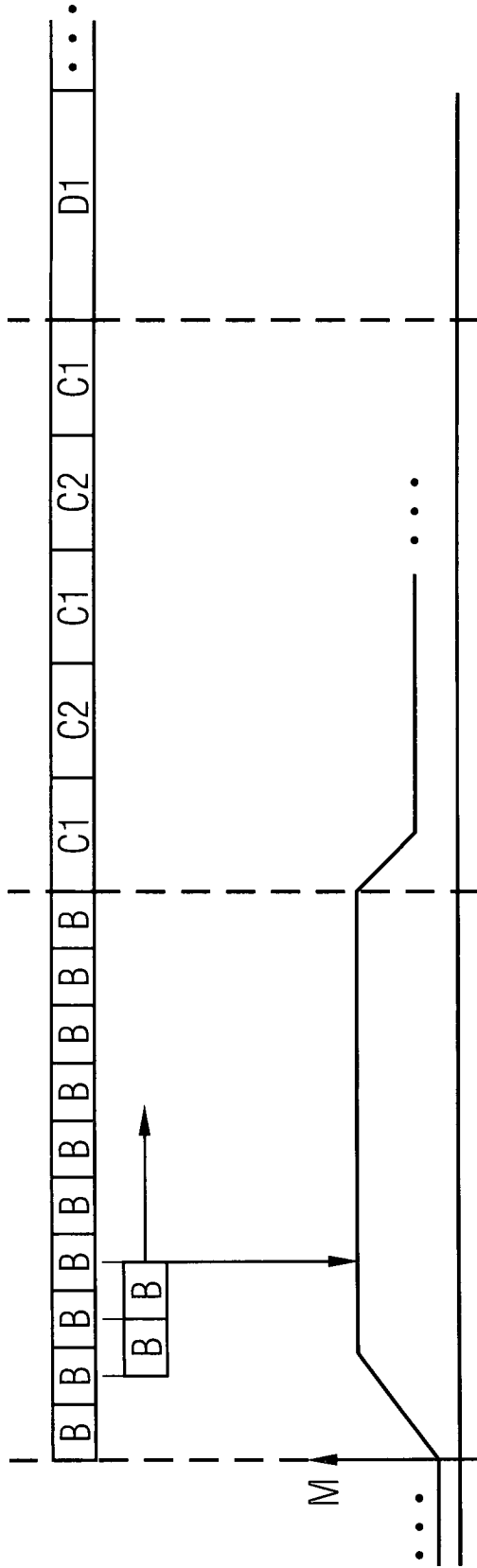


FIG 4

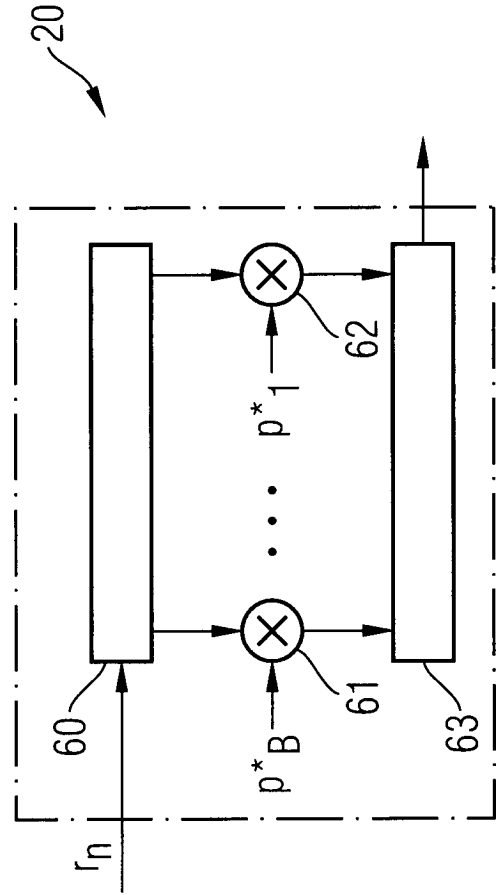


FIG 2 Stand der Technik

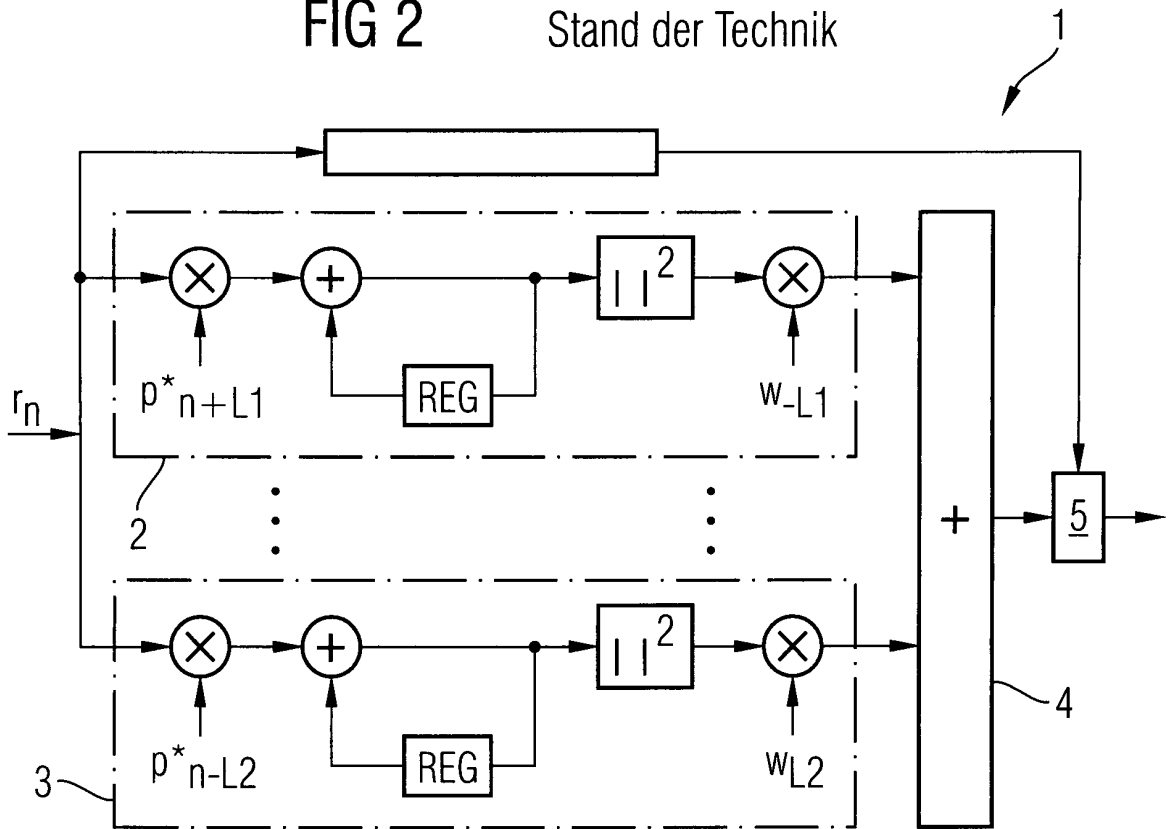


FIG 3

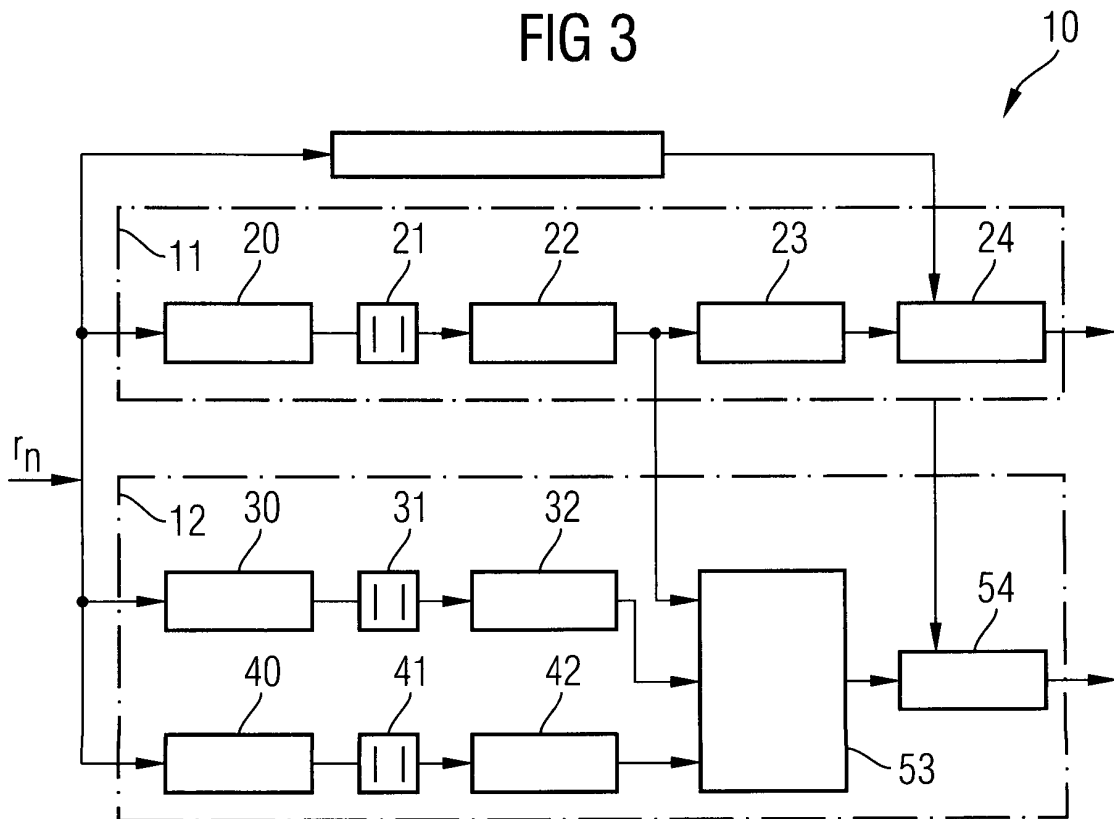


FIG 5

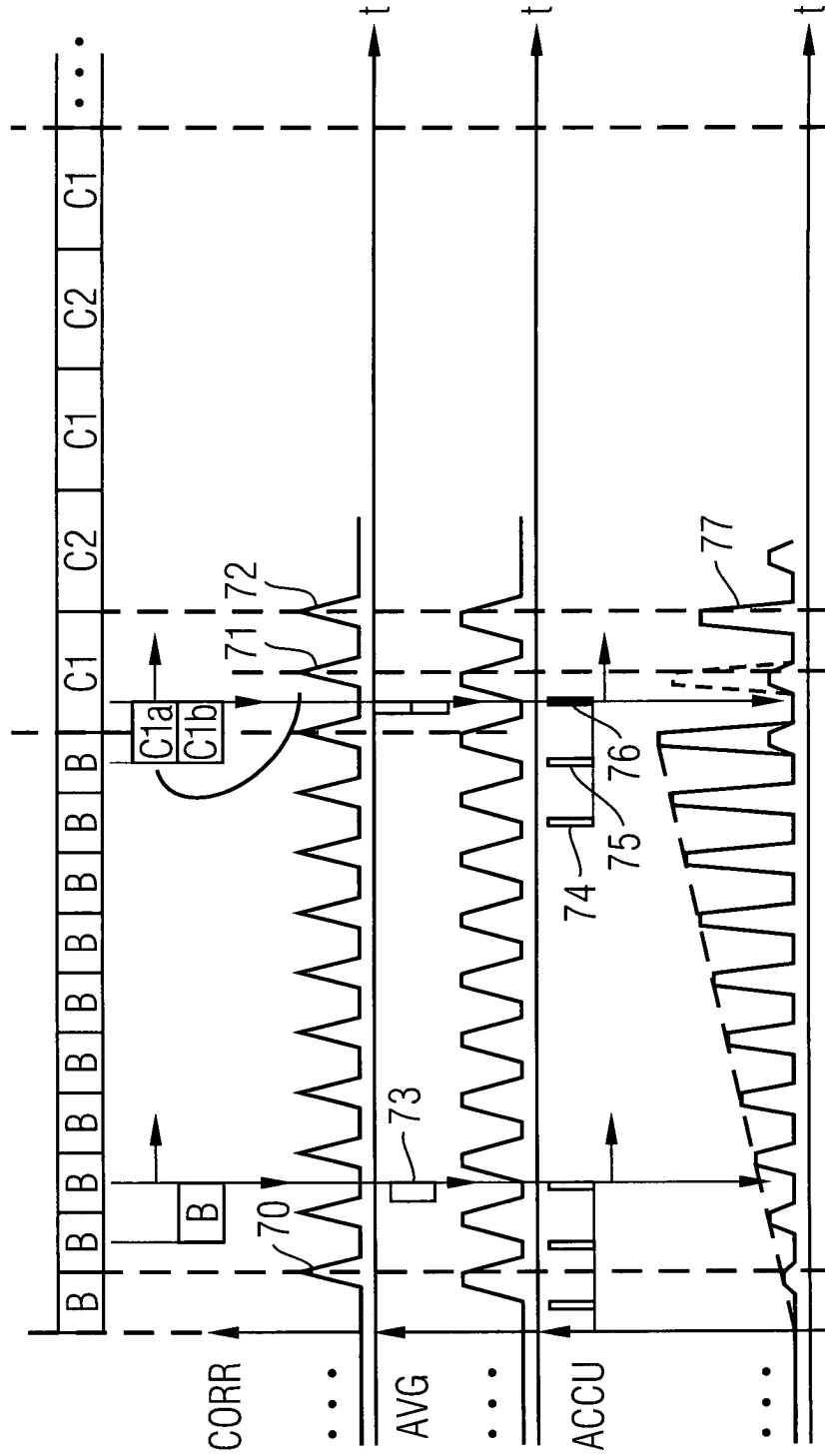


FIG 6

