



(10) **DE 199 82 765 B4** 2011.07.21

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **199 82 765.6**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/29316**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/035159**  
(86) PCT-Anmeldetag: **09.12.1999**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.06.2000**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **22.11.2001**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **21.07.2011**

(51) Int Cl.: **H04L 27/30** (2006.01)  
**H04L 27/01** (2006.01)  
**H04B 7/005** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**60/111,703** **10.12.1998** **US**

(73) Patentinhaber:  
**National Semiconductor Corp.(n.d.Ges.d.Staates  
Delaware), Calif., Santa Clara, US**

(74) Vertreter:  
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &  
Schwanhäusser, 80802, München, DE**

(72) Erfinder:  
**Bahai, Ahamad Reza, Calif., Lafayette, US;  
Sanwal, Kumud Kumar, N.J., Iselin, US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**siehe Folgeseiten**

(54) Bezeichnung: **Schätzung der Verzögerungsstreuung für Kanäle mit Mehrwegeschwunderscheinungen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Schätzung einer Verzögerungsstreuung einer empfangenen Signalwellenform, die durch einen Kanal mit zeitlich variierender Mehrwegeausbreitung übertragen wird, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

Abtasten eines Segments der Signalwellenform, das einer vorbestimmten Synchronisationssequenz entspricht;  
erneutes Abtasten des abgetasteten empfangenen Segments mit einer hohen Abtastrate;

Korrelieren der Synchronisationssequenz mit dem erneut abgetasteten Segment entsprechend den unterschiedlichen Abtastzeiten;

Berechnen eines Korrelationsenergieprofils aus diesen Korrelationen;

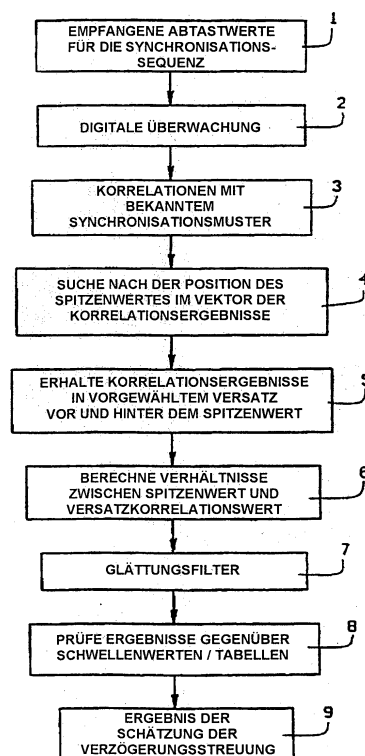
Bestimmen des Spitzenenergiewertes und seiner Position innerhalb des Korrelationsenergieprofils,  
gekennzeichnet durch

das Berechnen der Korrelationsenergiewerte an vorgeählten versetzten Orten vor und hinter der Position des Spitzenenergiewertes;

das Bestimmen eines Maximums der versetzten Korrelationsenergiewerte;

das Berechnen eines Verzögerungskriteriumswertes, wobei der Verzögerungskriteriumswert auf dem Verhältnis des Maximums der versetzten Korrelationsenergie zum Spitzenenergiewert basiert; und

das In-Bezug-Setzen des Verzögerungskriteriumswertes zu einer vorbestimmten Tabelle, um eine Schätzung der Verzögerungsstreuung zu erhalten.



(19)



Deutsches  
Patent- und Markenamt

(10) **DE 199 82 765 B4** 2011.07.21

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**US 56 52 771**

**US 55 81 579**

**US 54 91 726**

**HUSSON, Lionel: Evaluation par le Recepteur  
de la Qualite du Signal recu dans les Systemes  
de Radiocommunication avec les Mobiles et  
Amelioration des Performances par L'Egalisation  
Conitionelle, 1998, These, L'Universite de Paris XI  
Orsay, von der**

**&Internet-Adresse [http://www.supelec.fr/ecole/  
radio/These\\_Lionel\\_Husson\\_1998.pdf](http://www.supelec.fr/ecole/radio/These_Lionel_Husson_1998.pdf) mittels  
Suchmaschine "Google" am 21.12. 2006 bezogen,  
S.1-6,131-169**

**Beschreibung****BEZUGNAHME AUF  
VERWANDTE ANMELDUNGEN**

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der vorläufigen Patentanmeldung Nr. 60/111,703, die am 10. Dezember 1998 eingereicht wurde und den Titel "Delay spread estimation technique in multi-path fading channels for mobile communication system" trägt.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0002]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf digitale drahtlose mobile Kommunikationssysteme, die eine Synchronisierungssequenz verwenden, und insbesondere auf Verfahren und eine Vorrichtung für das Schätzen der Verzögerungssstreuung in einem Kanal mit einer zeitabhängigen Mehrwegeschwunderscheinung.

**[0003]** Moderne drahtlose mobile Empfänger werden allgemein unter Verwendung von digitalen Signalprozessoren implementiert. Das interessierende Signal wird zuerst in der Schaltung der analogen Stufe verarbeitet und dann durch einen Analog-Digital-Wandler (ADC) abgetastet. Die nachfolgende Verarbeitung wird mit den gespeicherten digitalen Abtastwerten, die vom ADC ausgegeben werden, durchgeführt.

**[0004]** Die Ausbreitung eines Signals durch einen typischen drahtlosen Kanal führt im allgemeinen zu einer Anzahl von Beeinträchtigungen des empfangenen Signals, wie beispielsweise zu multiplikativen, dispersiven und additiven Beeinträchtigungen. Die dispersiven Beeinträchtigungen, die durch eine Mehrwegeausbreitung eingeführt werden, können zu einer Nachbarsymbolinterferenz führen, die die Verwendung einer Entzerrung beim Demodulationsverfahren notwendig machen kann. Die Demodulation bezieht sich auf die Extraktion der übertragenen Nachrichtendaten aus den Abtastwerten des empfangenen Signals, das durch den Ausbreitungskanal hindurch geht.

**[0005]** Sogar beim Vorhandensein schwerer Beeinträchtigungen können durch den digitalen Signalprozessor Algorithmen verwendet werden, um eine zuverlässige Dekodierung der übertragenen Daten zu gewährleisten.

**[0006]** Ein wichtiger Typ einer Beeinträchtigung der Übertragung ist als Verzögerungssstreuung (delay spread) bekannt, wobei diese durch die Verzögerungszeit eines Signals, das über mehrere Wege ausgebreitet wird (Mehrwegeschwund) verursacht wird. Diese Beeinträchtigung der Verzögerungssstreuung ist in einer drahtlosen mobilen Umgebung zeitabhän-

gig und verursacht eine Interferenz zwischen unterschiedlichen verzögerten Versionen desselben Symbols, das von verschiedenen Wegen mit variierenden Verzögerungsintervallen ankommt.

**[0007]** In vielen praktischen ausgeführten Systemen ist die Dekodierung, die im Falle von minimalen Verzögerungssstreuungen ausgeführt werden muß, relativ einfach. Andererseits erfordert das Dekodierverfahren beim Vorhandensein von größeren Verzögerungssstreuungen die Verwendung eines Entzerrungsschemas. Die Implementierung eines Entzerrungsschemas führt jedoch zu Leistungsvariationen und kompliziert weiter die erforderliche Verarbeitung, die sich in Richtung einer Erhöhung der Befehlszyklen und des Leistungsverbrauchs verschiebt. Somit ist es notwendig, das wirksamsten verfügbare Dekodierschema, das für die spezielle Mehrkanalumgebung verfügbar ist, auszusuchen.

**[0008]** Um das am besten passende Dekodierschema (Demodulationsschema) auszuwählen, ist ein Verfahren zur Schätzung der Verzögerungssstreuung erforderlich. Die Schätzung der Verzögerungssstreuung ergibt das wesentliche Kriterium, auf dem die Auswahl einer Demodulationstechnik basiert.

**[0009]** Bekannte Techniken zur Schätzung der Verzögerungssstreuung beziehen sich im allgemeinen auf eine Schätzung der Variation der Zeitsteuerung und auf Schlußfolgerungen, die auf der Größe dieser Variation basieren, oder sie bedingen das Durchführen der Demodulation unter verschiedenen Schemen und die Schlußfolgerung, daß das Schema mit der besten Leistung das am besten passende Schema für die Empfangsverarbeitungsfunktion ist.

**[0010]** Ein solches Schema ist im US-Patent 5,400,368 A beschrieben. Das beschriebene Schema zieht jedoch keinen Vorteil aus der Form und der Dämpfung der Korrelation des empfangenen Signals mit dem Synchronisierungsmuster. Zusätzlich berücksichtigt das beschriebene Schema nicht die Wirkungen der unterschiedlichen Grade der Verzögerungssstreuungszustände.

**[0011]** US 5,581,579 A beschreibt ein drahtloses Kommunikationssystem, wobei eine erste Einheit ein kodiertes RF-Signal mittels einer ersten Frequenz zu einer zweiten Einheit funkt. Die zweite Einheit, die ein Modem und ein Speicherelement umfasst, wandelt das empfangene Signal in eine zweite Frequenz um. Das Modem führt einen Taktrückgewinnungsvorgang durch, wobei jede eingegebene Abtastung mit einem gespeicherten synchronisierten Signal im Speicherelement abgeglichen wird. Darüber hinaus wird die eingegebene Abtastung versetzt und mit einem gespeicherten synchronisierten Signal erneut abgeglichen, um einen Spitzenwert zu bestimmen. Eine Ab-

tastphase ist dann auf der Basis des Spitzenwertes angepasst.

**[0012]** US 5,491,726 A beschreibt ein digitales drahtloses Kommunikationssystem, das zwischen einer ersten und einer zweiten Einheit arbeitet. Die erste Einheit funkt ein digital kodierte Signal zu der zweiten Einheit, die das Signal abtastet, um ein erstes abgetastetes Digitalsignal zu erzeugen. Das erste abgetastete Digitalsignal wird dann durch eine erste Reihe von Anpassungsfiltern weitergegeben, wobei jeder Filter eine breite Frequenzabweichung aufweist. Der Output der ersten Reihe von Anpassungsfiltern mit der größten Amplitude wird dann durch eine zweite Reihe von Anpassungsfiltern durchgeführt. Der Output mit der größten Amplitude wird benutzt, um den Offset der Trägerfrequenz zu bestimmen.

**[0013]** US 5,652,771 A beschreibt ein System zur Bestimmung eines Taktfehler eines einkommenden Signals. Das System umfasst einen Empfänger, der ein einkommendes Signal empfängt und der einen bekannten Anteil des einkommenden Signals innerhalb eines gegebenen Zeitfensters anordnet. Der empfangene bekannte Anteil wird mit einer gespeicherten Darstellung des bekannten Anteils verglichen, und der Taktfehler wird auf der Basis eines Vergleiches zwischen dem empfangenen bekannten Anteil und dem gespeicherten bekannten Anteil bestimmt.

**[0014]** Die Arbeit „Evaluation par le Recepteur de la Qualite du Signal recu dans les Systemes de Radio-communication avec les Mobiles et Amelioration des Performances par L'Egalisation Conditionelle“, Lionel Husson 1998, These, L'Universite de Paris XI Orsay bezieht sich auf digitale Telekommunikationssysteme für Mobiltelefone mit TDMA (Zeitmultiplex-Verfahren). Die Qualität eines empfangenen Signals wird im Sinne von Rauschen und von der Verzerrung bewertet. Darüber hinaus beschreibt diese Schrift ein Verfahren, wobei ein Entzerrungsdraht eines empfangenen Signals ausgewählt wird. Die **Abb. 6.2** zeigt auf, dass innerhalb eines bestimmten Bereiches des Parameters  $\gamma_0/\gamma_1$  eine Entzerrung des Signals durchgeführt werden kann. Werte, die außerhalb dieses Bereichs sich finden, werden nicht entzerrt.

**[0015]** Somit besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die Nachteile des Standes der Technik durch ein verbessertes Verfahren der Verzögerungsstreuungsschätzung, das die optimale Auswahl einer Demodulationstechnik ermöglicht, zu überwinden.

#### KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0016]** Gemäß einer Ausführungsform zur Veranschaulichung der vorliegenden Erfindung umfaßt ein Verfahren für das Schätzen der Verzögerungsstreuung

ung einer empfangenen Signalwellenform die folgenden Schritte:

- 1) Empfangen eines abgetasteten Segments der Signalwellenform, das einer vorbestimmten Synchronisationssequenz entspricht;
- 2) Erneutes Abtasten des empfangenen abgetasteten Segments mit einer hohen Abtastrate;
- 3) Korrelieren der Synchronisationssequenz mit dem erneut abgetasteten Segment entsprechend der unterschiedlichen Abtastzeiten;
- 4) Berechnen eines Korrelationsenergieprofils aus diesen Korrelationen und Bestimmen des Spitzenenergiewertes und seiner Position im Korrelationsenergieprofil;
- 5) Berechnen der Korrelationsenergiewerte an vorgewählten gleichen Versatzstücken vor und nach der Position des Spitzenenergiewertes;
- 6) Berechnen des Maximums dieser versetzten Korrelationsenergiewerte und Berechnen eines Verzögerungskriteriums auf der Basis des Verhältnisses dieses maximalen versetzten Korrelationsenergiewertes zum Spitzenenergiewert;
- 7) Glätten der Daten durch Mittelwertbildung
- 8) In-Bezug-Setzen des geglätteten Verzögerungskriteriums zu einer vorbestimmten Tabelle; und
- 9) Erhalten der geschätzten Verzögerungsstreuung aus der Tabelle.

**[0017]** In den meisten Fällen, ist es wünschenswert zu wissen, ob die Verzögerungsstreuung in einen speziellen Bereich fällt. Für diesen Zweck können Schwellwerte in der Tabelle festgelegt werden, um Bereiche der Verzögerungsstreuung zu identifizieren.

**[0018]** Eine beispielhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit den Zeichnungen ausführlicher beschrieben.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0019]** [Fig. 1](#) ist ein Schaubild eines typischen Korrelationsenergieprofils.

**[0020]** [Fig. 2](#) ist ein Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Schätzung der Verzögerungsstreuung.

**[0021]** [Fig. 3](#) ist ein Flußdiagramm einer Systemanwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0022]** Diese Erfindung ist auf digitale Kommunikationssysteme anwendbar, die eine Synchronisationssequenz verwenden, um die Zeitsteuerung oder das anfängliche Training zu unterstützen. Bei drahtlosen Anwendungen werden solche Situationen im allgemeinen in TDMA-Systemen (Systeme des Mehrfach-

zugriffs im Zeitmultiplex) und einigen CDMA-Systemen (Systeme des Vielfachzugriffs durch Codetrennung) vorgefunden, da die Zeitsteuerung für die Detektion der übertragenen Daten in einer mobilen Umgebung kritisch ist.

**[0023]** In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine Synchronisationssequenz eine Länge  $L$  auf, wobei diese durch  $S[i]$  bezeichnet wird, wobei  $i = 0, 1, 2, \dots, L-1$  ist. Der Empfänger ist so gestaltet, daß die empfangene analoge Wellenform mit einer Frequenz abgetastet wird, die der Nyquist-Abtastrate entspricht oder sie übersteigt, um somit jegliche Frequenzverfälschungen auszuschließen. Dies bedeutet, daß die empfangene Wellenform im digitalen Bereich mit irgend einer beliebigen Frequenz und mit irgend einer gewünschten anfänglichen Abtastphase erneut abgetastet werden kann.

**[0024]** In einer Ausführungsform wird das erneute Abtasten des Segments der empfangenen Signalwellenform, die der Synchronisationsfrequenz entspricht, mit einer hohen Abtastrate vorgenommen, die beispielsweise das  $M$ -fache der Symbolrate beträgt, wobei  $M$  gemäß den Erfordernissen der Systemimplementierung gewählt wird. Überabgetastete empfangene Signalabtastungen werden durch  $r[k]$  bezeichnet, wobei  $k = 0, 1, 2, \dots$  ist. Das bekannte Synchronisationsmuster wird dann mit den wieder abgetasteten Versionen gemäß den unterschiedlichen Abtastzeiten korreliert, um die gewünschten Korrelationen zu erhalten. Die Berechnung des  $j$ -ten Korrelationsergebnisses wird gemäß einer Beziehung durchgeführt, die folgendermaßen aussieht:

$$\sum_{i=0}^{L-1} S^*[i]r[iM + j] \quad (1)$$

**[0025]** Ein Spitzenwert der Korrelationsenergie  $|C(j)|^2$  wird bestimmt, und der Ort und ein Wert dieses Spitzenwertes werden gespeichert. Diese Parameter werden durch  $j_{\text{peak}}$  beziehungsweise  $|C(j_{\text{peak}})|^2$  bezeichnet. Zusätzlich werden Korrelationsenergiewerte an um  $\pm\Delta$  gegenüber  $j_{\text{peak}}$  versetzten Orten berechnet, wobei  $\Delta$  in Übereinstimmung mit einer Modulationsimpulsform gewählt wird und kleiner als die Dauer eines Symbols ist. Ein beispielhaftes Korrelationsenergieprofil ist in [Fig. 1](#) gezeigt, wobei die oben beschriebenen  $j$ -Werte angezeichnet sind.

**[0026]** Ein Maximum der beiden Versatzkorrelationsenergiewerte wird mit dem Spitzenkorrelationsenergiewert verglichen, und das sich ergebende Verhältnis bestimmt den Wert des Verzögerungskriteriums  $D_{\text{crit}}$  gemäß der folgenden Beziehung:

$$D_{\text{crit}} = \max(|C(j_{\text{peak}} - \Delta)|^2, |C(j_{\text{peak}} + \Delta)|^2) / |C(j_{\text{peak}})|^2 \quad (2)$$

**[0027]** Das Verzögerungskriterium ( $D_{\text{crit}}$ ) kann über mehrere empfangene Synchronisationssequenzen gemittelt werden und nimmt monoton mit der durch den Kanal induzierten Verzögerungsstreuung zu. In einer Ausführungsform wird diese Beziehung als solches bei der Bestimmung der Verzögerungsstreuung verwendet. Da es gewöhnlicherweise wichtig ist, zu wissen, ob die Verzögerungsstreuung in einem gewissen Bereich liegt, werden in einigen Ausführungsformen geeignete Schwellwerte in Tabellen für das Ausführen einer Entscheidung verwendet.

**[0028]** Ein Flußdiagramm des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens ist in [Fig. 2](#) gezeigt. Zuerst wird ein Segment einer Signalwellenform, das der Synchronisationsfrequenz entspricht, bei **1** empfangen. Das empfangene Segment wird bei **2** mit einer hohen Abtastrate erneut abgetastet und bei **3** mit einem bekannten Synchronisationsmuster korreliert. Als nächstes wird in **4** der Ort und der Spitzenwert der Korrelationsenergie ermittelt, und es werden in **5** Korrelationsenergiewerte an vorgewählten, gleich weit versetzten Orten vor und hinter dem Spitzenwert erhalten. Als nächstes wird in **6** das Verzögerungskriterium auf der Basis des Verhältnisses des maximalen Versatzwertes und des Spitzenwertes bestimmt. Das Verzögerungskriterium wird in **7** über mehrere empfangene Synchronisationssequenzen gemittelt, und die sich ergebenden Daten werden in **8** zu vorbestimmten Schwellwerten in einer Tabelle in Bezug gesetzt. Die Schätzung der Verzögerungsstreuung wird in **9** identifiziert.

**[0029]** Die Berechnung des Verzögerungskriteriums  $D_{\text{crit}}$ , wie sie oben beschrieben wurde, basiert auf Werten an um  $\pm\Delta$  versetzten Stellen. In einer Ausführungsform wird das Verfahren jedoch so erweitert, daß es eine Anzahl von Intervallen, die Vielfache von  $\Delta$  sind, umfaßt. Diese Erweiterung gestattet es dieser Ausführungsform, Schätzungen der Verzögerungsstreuungen für einen größeren Bereich von Verzögerungsstreuungseigenschaften durchzuführen.

**[0030]** Die hier beschriebene Technik für das genaue Schätzen der Verzögerungsstreuung bietet eine spezielle Lösung für das Bestimmen des passenden Verfahrens der Demodulation. Eine passende Auswahl der Demodulationstechnik stellt einen kritischen Punkt in drahtlosen Systemen da, wenn ein Gleichgewicht zwischen dem Leistungsverbrauch und der Empfängerleistung optimiert werden soll. Bei typischen Anwendungen im Bereich der mobilen Kommunikation ist es für ein mobiles Endgerät nicht ungewöhnlich, wenn es sowohl auf Bedingungen mit einer hohen Verzögerungsstreuung als auch mit einer niederen Verzögerungsstreuung stößt. Daß sowohl Zustände mit hohen Verzögerungsstreuung und Zustände mit niedriger Verzögerungsstreuung erfolgreich gehandhabt werden können, während zur gleichen Zeit der Leistungsverbrauch effizient gehand-

habt wird, stellt einen spezifischen Leistungsvorteil gegenüber dem Stand der Technik dar.

**[0031]** Der Betrieb einer Ausführungsform eines Systems ist durch das Flußdiagramm der [Fig. 3](#) dargestellt. Die empfangenen Abtastdaten werden in **10** verarbeitet, wie das oben beschrieben wurde, um in **20** eine genaue Schätzung einer Verzögerungsstreuung zu bestimmen. Wenn eine niedrige Verzögerungsstreuung geschätzt wird, so wird in **20** eine Demodulationstechnik mit differentieller Dekodierung gewählt. Wenn eine hohe Verzögerungsstreuung geschätzt wird, so wird in **40** eine Demodulationstechnik der MLSE-Entzerrung (Maximum Likelihood Sequence Estimation) gewählt. Schließlich wird in **50** ein optimal demoduliertes Ergebnis als Dekodierergebnis ausgegeben.

**[0032]** Die vorliegende Erfindung ist auf andere Formen von Empfängerimplementierungen und Anwendungen der Kanaleigenschaften anwendbar, dadurch daß eine Schätzung und bekannte kennzeichnende Muster verwendet werden. Beispielsweise kann die Erfindung für die Anwendung auf feste drahtlose Produkte über gewissen Typen des Terrains oder auf irgendeine Vorrichtung, die die Charakterisierung oder das Testen eines Übertragungssystems vornimmt, angepaßt werden.

**[0033]** Kurz gesagt, es wird ein Verfahren zur genauen Schätzung der Verzögerungsstreuung eines Kanal mit Mehrfachausbreitung beschrieben. Als Ergebnis wird ein optimale Demodulationstechnik leicht bestimmt. Darüberhinaus kann die beschriebene Erfindung an eine große Vielzahl von Funkübertragungen und Empfänger angepaßt werden.

**[0034]** Die oben beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung sollen nur beispielhaft sein. Viele alternative Ausführungsformen können von Fachleuten ins Auge gefaßt werden, ohne vom Wesen und Umfang der folgenden Ansprüche abzuweichen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Schätzung einer Verzögerungsstreuung einer empfangenen Signalwellenform, die durch einen Kanal mit zeitlich variierender Mehrwegeausbreitung übertragen wird, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:  
Abtasten eines Segments der Signalwellenform, das einer vorbestimmten Synchronisationssequenz entspricht;  
erneutes Abtasten des abgetasteten empfangenen Segments mit einer hohen Abtastrate;  
Korrelieren der Synchronisationssequenz mit dem erneut abgetasteten Segment entsprechend den unterschiedlichen Abtastzeiten;  
Berechnen eines Korrelationsenergieprofils aus diesen Korrelationen;

Bestimmen des Spitzenenergiewertes und seiner Position innerhalb des Korrelationsenergieprofils, gekennzeichnet durch  
das Berechnen der Korrelationsenergiewerte an vorgewählten versetzten Orten vor und hinter der Position des Spitzenenergiewertes;  
das Bestimmen eines Maximums der versetzten Korrelationsenergiewerte;  
das Berechnen eines Verzögerungskriteriumswertes, wobei der Verzögerungskriteriumswert auf dem Verhältnis des Maximums der versetzten Korrelationsenergie zum Spitzenenergiewert basiert; und  
das In-Bezug-Setzen des Verzögerungskriteriumswertes zu einer vorbestimmten Tabelle, um eine Schätzung der Verzögerungsstreuung zu erhalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Berechnen eines Verzögerungskriteriumswertes den Schritt der Berechnung eines Verzögerungskriteriumswertes, das über mehrere empfangene Synchronisationssequenzen gemittelt wurde, umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das In-Bezug-Setzen des Verzögerungskriteriumswertes mit einer vorbestimmten Tabelle das In-Bezug-Setzen des Verzögerungskriteriumswertes zu einer vorbestimmten Tabelle, die vorbestimmte Verzögerungsstreuungsschwellwerte enthält, umfasst.

4. Verfahren nach einer der Ansprüchen 1 bis 3, wobei das Berechnen eines Korrelationsenergieprofils das Berechnen eines Korrelationsenergieprofils umfasst, das folgendermaßen geschrieben wird:

$$C(j) = \sum_{i=0}^{L-1} S^*[i]r[iM + j]$$

wobei  $C(j)$  das jte Korrelationsergebnis ist;  
 $S[i]$  eine Synchronisationssequenz ist, wobei  $i = 0, 1, 2, \dots, L - 1$  ist;  
 $L$  eine Länge der Synchronisationssequenz ist;  
 $r[k]$  eine Sequenz der überabgetasteten empfangenen Signalabtastungen ist, wobei  
 $k = 0, 1, 2, \dots$  ist; und  
eine Rate der erneuten Abtastung der empfangenen Signale dem M-fachen einer Symbolrate des empfangenen Signals entspricht.

5. Verfahren nach einer der Ansprüchen 1 bis 4, wobei das Berechnen eines Verzögerungskriteriums das Berechnen eines Verzögerungskriteriumswertes umfasst, das sich schreibt als:

$$D_{\text{crit}} = \max(|C(j_{\text{peak}} - \Delta)|^2, |C(j_{\text{peak}} + \Delta)|^2) / |C(j_{\text{peak}})|^2$$

wobei  $D_{\text{crit}}$  der Verzögerungskriteriumswert ist;  
 $C(j_{\text{peak}})$  ein Spitzenwert der Korrelationsenergie  $|C(j)|^2$  ist, wobei  $C(j)$  das jte Korrelationsergebnis ist;  
 $j_{\text{peak}}$  ein Ort des Spitzenwertes der Korrelationsenergie ist; und



$\Delta$  ein Versatz gegenüber  $j_{\text{peak}}$  ist, der kleiner als die Dauer eines Symbols ist, wobei er gemäß einer Modulationsimpulsform ausgewählt wird.

6. Verfahren nach einer der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Berechnen eines Verzögerungskriteriumswertes den Schritt der Berechnung eines Verzögerungskriteriumswertes in Übereinstimmung mit Vielfachen der Versatzwerte umfasst.

7. Verfahren nach einer der Ansprüche 1 bis 6, wobei es weiter den Schritt der Auswahl einer Demodulationstechnik gemäß der geschätzten Verzögerungsstreuung umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Auswählen einer Demodulationstechnik gemäß der geschätzten Verzögerungsstreuung den Schritt der Auswahl einer Demodulationstechnik mit differentieller Dekodierung umfasst, wenn die geschätzte Verzögerungsstreuung unterhalb eines vorbestimmten Schwellwertes liegt.

9. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Auswählen einer Demodulationstechnik gemäß der geschätzten Verzögerungsstreuung den Schritt der Auswahl einer Demodulationstechnik mit MLSE-(Maximum Likelihood Sequence Estimation)-Entzerrung umfasst, wenn die geschätzte Verzögerungsstreuung über einem vorbestimmten Schwellwert liegt.

10. Kommunikationsempfängervorrichtung, die die Fähigkeit für die Schätzung einer Verzögerungsstreuung aufweist und folgendes umfasst:  
eine Empfängerschaltung für das Empfangen eines abgetasteten Segments einer Signalwellenform, die einer vorbestimmten Synchronisationssequenz entspricht;  
eine Schaltung für das erneute digitale Abtasten des empfangenen abgetasteten Segments mit einer hohen Abtastrate;  
eine Verarbeitungsschaltung für das Korrelieren der Synchronisationssequenz mit dem erneut abgetasteten Segment entsprechend den unterschiedlichen Abtastzeiten;  
diese Verarbeitungsschaltung für das Berechnen eines Korrelationsenergieprofils aus den Korrelationen;  
diese Verarbeitungsschaltung für das Bestimmen des Spitzenenergiewertes und seiner Position innerhalb des Korrelationsenergieprofils, gekennzeichnet durch  
diese Verarbeitungsschaltung für das Berechnen von Korrelationsenergiewerten an vorgewählten versetzten Orten vor und nach der Position des Spitzenenergiewertes;  
diese Verarbeitungsschaltung für das Bestimmen eines Maximums der versetzten Korrelationsenergiewerte;  
diese Verarbeitungsschaltung für das Berechnen eines Verzögerungskriteriumswertes auf der Basis des

Verhältnisses des maximalen versetzten Korrelationsenergiewertes zum Spitzenenergiewert; und eine Vergleichsschaltung für das Bestimmen der Schätzung der Verzögerungsstreuung durch das In-Bezug-Setzen des Verzögerungskriteriumswertes mit einer Tabelle.

11. Kommunikationsvorrichtung nach Anspruch 10, wobei der Verzögerungskriteriumswert über mehrere empfangene Synchronisationssequenzen gemittelt wird.

12. Kommunikationsvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Berechnung des Korrelationsenergieprofils in Schritt d) aus einer Gleichung abgeleitet wird, die sich folgendermaßen schreibt:

$$C(j) = \sum_{i=0}^{L-1} S^*[i]r[iM + j]$$

wobei  $C(j)$  das jte Korrelationsergebnis ist;  
 $S[i]$  eine Synchronisationssequenz ist, wobei  $i = 0, 1, 2, \dots, L - 1$  ist;  
 $L$  eine Länge der Synchronisationssequenz ist;  
 $r[k]$  eine Sequenz der überabgetasteten empfangenen Signalabtastungen ist, wobei  $k = 0, 1, 2, \dots$  ist; und  
eine Rate der erneuten Abtastung der empfangenen Signale dem  $M$ -fachen einer Symbolrate des empfangenen Signals entspricht.

13. Kommunikationsvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Berechnung des Verzögerungskriteriumswertes in Schritt h) von einer Gleichung abgeleitet wird, die sich folgendermaßen schreibt:

$$D_{\text{crit}} = \max(|C(j_{\text{peak}} - \Delta)|^2, |C(j_{\text{peak}} + \Delta)|^2) / |C(j_{\text{peak}})|^2$$

wobei  $D_{\text{crit}}$  der Verzögerungskriteriumswert ist;  
 $C(j_{\text{peak}})$  ein Spitzenwert der Korrelationsenergie  $|C(j)|^2$  ist, wobei  $C(j)$  das jte Korrelationsergebnis ist;  
 $j_{\text{peak}}$  ein Ort des Spitzenwertes der Korrelationsenergie ist; und  
 $\Delta$  ein Versatz gegenüber  $j_{\text{peak}}$  ist, der kleiner als die Dauer eines Symbols ist, wobei er gemäß einer Modulationsimpulsform ausgewählt wird.

14. Kommunikationsvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Berechnung des Verzögerungskriteriumswertes auf Vielfachen der Versatzwerte basiert.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

TYPISCHES KORRELATIONSENERGIEPROFIL

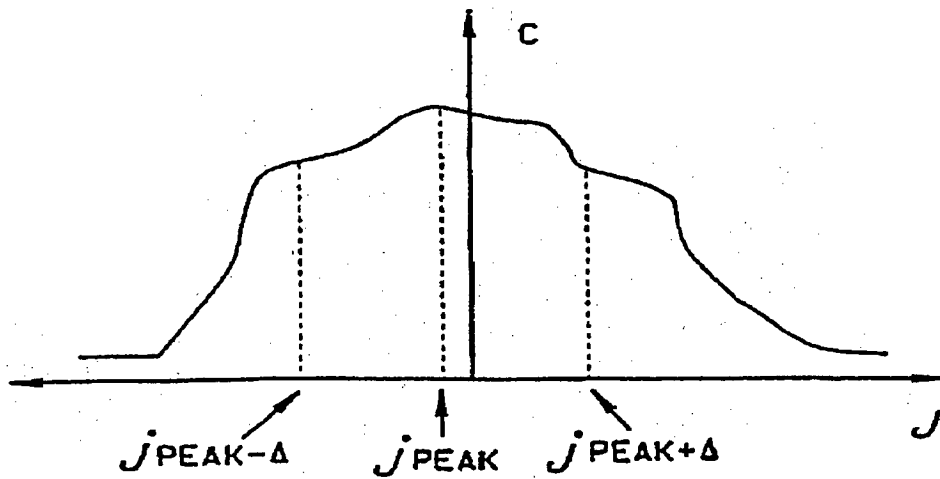


FIG. 1

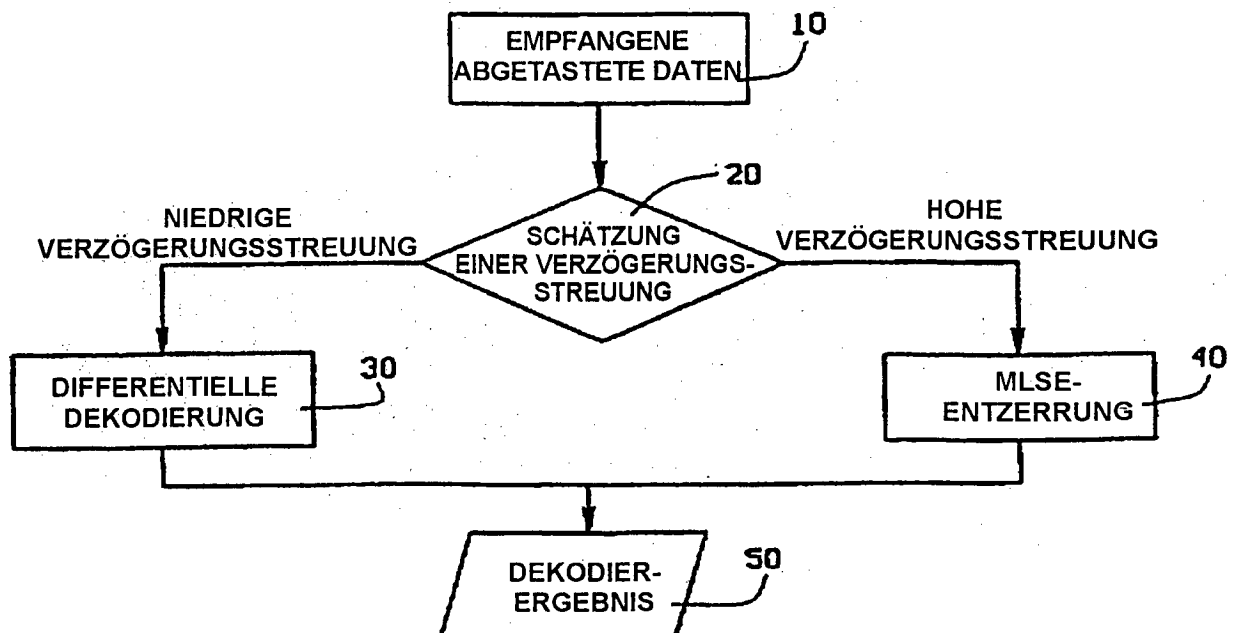


FIG. 3



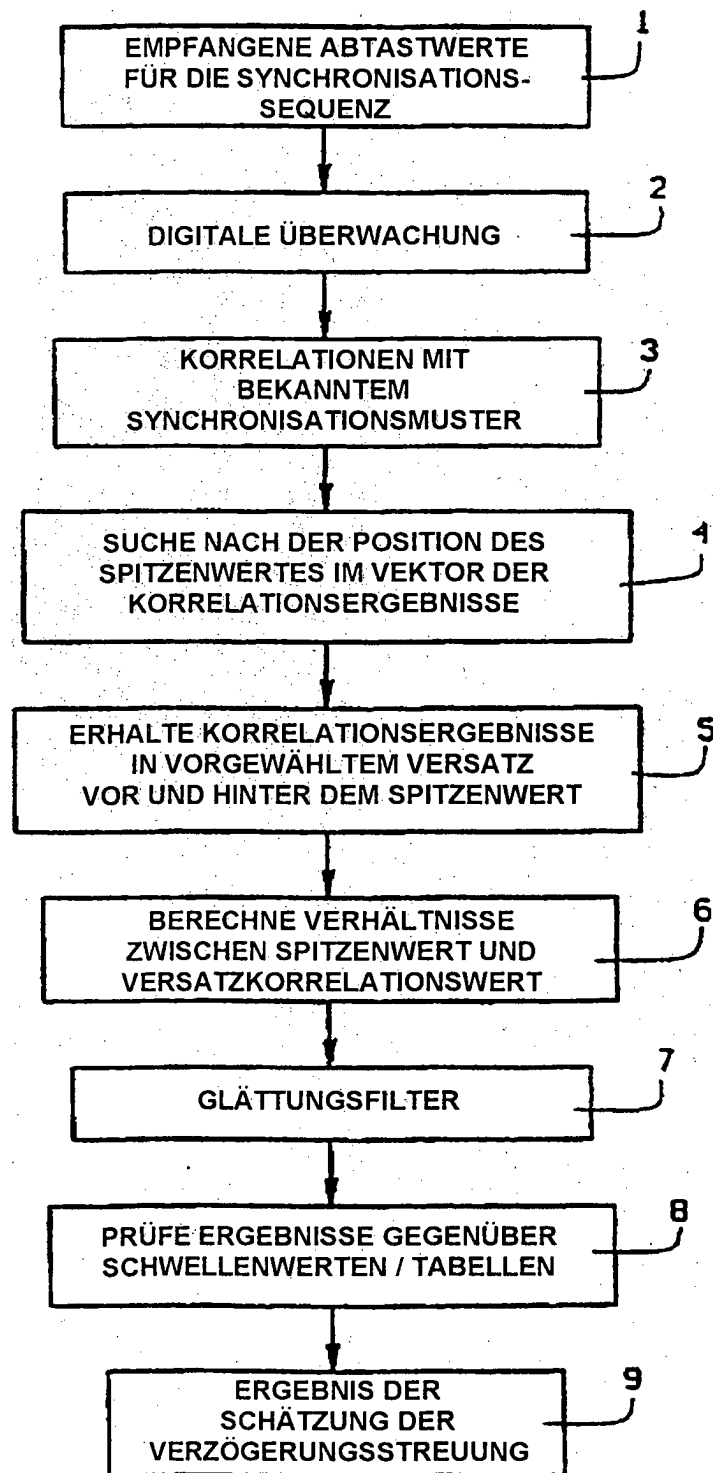


FIG. 2