



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 25 190 T2 2007.09.27**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 311 095 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H04L 27/18 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 25 190.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/ES01/00160**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 925 586.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/017585**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.04.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **28.02.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.05.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **13.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.09.2007**

(30) Unionspriorität:
200002086 16.08.2000 ES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:
Diaz Fuente, Vicente, Alcala de Henares, ES

(72) Erfinder:
**Diaz Fuente, Vicente, 28805 Alcala de Henares
(Madrid), ES**

(74) Vertreter:
Grape & Schwarzensteiner, 80331 München

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN, ÜBERTRÄGER UND EMPFÄNGER FÜR DIGITALE SPREIZSPEKTRUMKOMMUNIKATION DURCH MODULATION MIT GOLAY-KOMPLEMENTÄRSEQUENZEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

BEREICH DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Modulations- und Demodulationsverfahren sowie den Überträger und Empfänger, welche es ermöglichen, Daten mittels jeglicher Übertragungseinrichtungen zu übertragen und zu empfangen, insbesondere wenn es erforderlich oder gewünscht ist, Spreizspektrum-Techniken zu verwenden.

STAND DER TECHNIK

[0002] Das Spreizspektrum-Konzept wurde aufgrund seiner Immunitätsmerkmale gegenüber Rauschen und Interferenz zur Verwendung in Militärkommunikationen entwickelt. Sein Prinzip beruht auf der Verwendung bestimmter binärer Sequenzen mit bestimmten Merkmalen, welche ähnlich dem Rauschen sind und welche jedoch ein Empfänger, welcher diese Sequenz kennt, als ein Signal feststellen kann. In gleicher Weise ist die Komprimierung von Impulsen mit Hilfe von binären Sequenzen auch bei Radar-, Sonar- und Echogramm-Anwendungen nützlich, da sie eine bessere Auflösung der festgestellten Objekte erlaubt. In den letzten Jahren wurde jedoch ihre Verwendung bei Weltraumeinsätzen und zivilen Kommunikationen weit verbreitet, wie Mobilfunk, DS-CDMA (Direct Sequence Code-Division Multiple-Access), Funktelefon-Zugangsschleifen, Internetzugang, drahtlose lokale Netze, Tiefraum-Kommunikationen, etc. Alle davon basieren auf digitaler Modulation mit Hilfe der Verwendung von Sequenzen, welche für diese Art von Anwendungen geeignet sind, aufgrund ihrer Autokorrelations- und Kreuzkorrelationsmerkmale. Daher begannen internationale Organisationen (IEEE, UIT, etc.), Modulationssysteme zu normalisieren und zu standardisieren, was die Verwendung von bestimmten Sequenzen zur Modulation der übertragenen Binärdaten erleichtert und so charakteristische Merkmale erhalten, was es ermöglicht, unter anderem bestimmte Frequenzen zu verwenden, welche für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Anwendungen (ISM-Bänder) reserviert sind und deren Verwendung und Ausnützung keine Art administrativer Lizenz erfordern. Das Erfordernis, so viel wie möglich Information mit der gleichen Bandbreite zu versenden, brachte die Telekommunikationsindustrie dazu, kommerzielle Anwendungen zu entwickeln, welche den IEEE 802.11-Standard für die Übertragung von Information durch Funk in lokalen Netzen verwenden, wodurch zunehmend höhere Geschwindigkeiten mit Hilfe der Verwendung von binären Sequenzen erhalten werden, wie der 11-Bit-Barker (um einen Verarbeitungsgewinn bzw. eine solche Verstärkung von im Minimum 10,4 dB zu erhalten) oder 5-Bit-Walsh und verschiedene Modulationstechniken (BPSK, QPSK, MBOK, QMBOK, etc.), was es ermöglicht; Übertragungsgeschwindigkeiten von bis

zu 11 Mbps zu erhalten. Dieser Standard macht es möglich, innerhalb drei Frequenzbändern mit einer Null-zu-Null-Bandbreite und 22 MHz in dem sogenannten 2,4 GHz-Band zu arbeiten.

[0003] In gleicher Weise werden zuverlässige Übertragungsmethoden für die sogenannten Tiefraum-Kommunikationen zwischen Raumschiffen und den Erdbasen benötigt, welche einen großen Verarbeitungsgewinn ermöglichen, infolge des Erfordernisses, die Emissionsleistung der Übertragungseinrichtung des Schiffes zu begrenzen und infolge des verminderten Signal-/Rausch-Verhältnisses dieser Signale, wenn sie empfangen werden.

[0004] Bei den vorliegenden Anwendungen (**Fig. 1**) bestimmt die Länge der Kodierungssequenz (Barker, PN, Walsh, etc...) sowohl den Verarbeitungsgewinn als auch die verwendete Bandbreite. Im Allgemeinen wird die Übertragungsgeschwindigkeit verringert, wenn wir versuchen, den Verarbeitungsgewinn zu erhöhen, Grund dafür ist, dass immer ein Kompromiss zwischen den zwei Parametern gefunden werden muss. Die Übertragungsgeschwindigkeit kann durch Erhöhen der Anzahl von Modulationsphasen erhöht werden, die Beschränkungen dieser Technik nehmen jedoch mit der Abnahme des Signal-/Rausch-Verhältnisses während dem Empfang zu.

[0005] Basierend auf dem obigen kann abgeleitet werden, dass ein Bedürfnis für eine digitale Modulationstechnik für ein Spreizspektrum besteht, welche einerseits die Übertragungsgeschwindigkeit erhöhen kann und es andererseits ermöglicht, einen größeren Verarbeitungsgewinn zu erhalten, um es zu ermöglichen, die erforderliche Übertragungsleistung zu reduzieren oder das Signal-/Rausch-Verhältnis während des Empfanges zu verbessern und zur gleichen Zeit die Komplexität der derzeitigen Modulationstabellen zu reduzieren.

[0006] Zu den Dokumenten, welche im internationalen Recherchenbericht für relevant erachtet worden sind:

A. Zunächst ist das Patent JP-A-09093295 ein verbessertes Verfahren zur Kodierung und Korrektur von Daten durch Kombination von Faltungs- und Golay-Code (**1, 8, 6**) an einer QPSK-Konstellation. Die vorliegende Erfindung bezieht sich jedoch in ihrer einfachsten Version auf eine digitale Modulations- und Demodulationstechnik von Daten mittels eines Spreiz-Spektrums durch direkte Sequenz (DSSS) in welcher die verwendeten Sequenzen Paare von komplementären Golay-Sequenzen sind.

B. Gegenstand des Patent JP-A-09093295 ist es, die Daten zu kodifizieren, um die Feststellungskapazität zu verbessern und Fehler am Empfang zu korrigieren, indem die Daten über QPSK-Modulation übertragen werden. Gegen-

stand der vorliegenden Erfindung ist es jedoch, die Daten so zu modulieren, dass Information übertragen und empfangen und der simultane Datenstrom geändert werden kann, mittels orthogonaler Gruppen von Paaren komplementärer Golay-Sequenzen, ohne dass man die Feststellung oder Korrektur möglicher Fehler in den empfangenen Daten berücksichtigt.

C. In dem Diagramm von Kodifizierungsblocks des Patent JP-A-09093295, Seite 2, können bestimmte Unterschiede in dem Verfahren beobachtet werden.

C.1. In JP-A-09093295 werden die Daten in zwei getrennte Binärströme unterteilt, mittels (3): einer davon geht in einen typischen Faltungskodifizierungsblock (4) und der andere geht in einen typischen Golay-Kodifizierungsblock (5) (n, k, d) mit den folgenden Werten: n=1, k=8 und d=6. Das Ergebnis ist mittels einer Schaltung (6) über beide Diagonalen einer QPSK-Kombination (Quadrature Phase Shift Keying) aufgezeigt und diese wird an das Medium über einige typische QPSK-Blocks (7, 8, 9) übertragen.

C.2. In der vorliegenden Anmeldung werden die Mehrfachebenen-Daten (1) gleichzeitig in zwei lineare Filter (3 und 4) gesendet, deren Quotienten die Werte eines Paares von jeweils komplementären Golay-Sequenzen sind (secA und secB, 2). Das Ausgangsende beider dieser Filter wird in Quadratur moduliert, mittels des Produktes für eine Sinus- bzw. Kosinusfunktion, welche eine M-QASFC-Modulation (M-levels Quadrature Amplitude Phase Shift Keying) und nicht QPSK erzeugt.

D. Das in JP-A-09093295 übertragene Signal entspricht einer QPSK-Modulation, wohingegen das Signal, welches durch die in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Technik übertragen wird, immer einer Vielfach-ebene-M-QASK-Modulation angehört, wie aus Fig. 2, Blöcke (6) und (7) des Patentes gesehen werden kann.

E. Zusammenfassend ist das Patent JP-A-09093295 ein Verfahren zur Kodierung und Dekodierung, welches eine Kombination von Golay-Sequenzen und Faltungscode verwendet, um die Feststellung und Korrektur von Fehlern bei den empfangenen Daten zu verbessern. Andererseits betrifft die vorliegende Anmeldung ein Verfahren für die digitale Modulation und Demodulation von Spreiz-Spektren über direkte Sequenz (DSSS), deren Sequenzen den komplementären Golay-Sequenzen entsprechen.

[0007] Es gibt kein Patent oder Gebrauchsmuster oder dergleichen, dessen Merkmale Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0008] Die vorliegende Erfindung verwendet Paare

von Golay-Komplementärsequenzen zur Modulation mittels Spreizspektrum und DS-CDMA der Amplituden-modulierten Binärdaten in Kombination mit einer N-PSK-Modulation, welche häufig in digitalen Kommunikationssystemen verwendet wird.

[0009] Die hauptsächlichen Eigenschaften der bei der vorliegenden Erfindung verwendeten Sequenzen ist, dass im Gegensatz zu den Barker-Sequenzen, welche Seitenzipfel aufweisen, die Golay-Sequenzen durch eine ideale Autokorrelation gekennzeichnet sind, das heißt, sie entsprechen einem perfekten Kronecker-Delta, so dass sie die folgende Gleichung erfüllen:

$$C_A[n] + C_B[n] = \begin{cases} 0, & n \neq 0 \\ 2M, & n = 0 \end{cases}$$

worin C_A und C_B die individuellen Autokorrelationen der A- und B-Sequenzen des Paares ausgewählter Golay-Komplementärsequenzen sind, M die Länge ist; und deren Werte dem zweiwertigen Satz (1, -1) angehören.

[0010] Die Erzeugung solcher Sequenzen basiert auf den sogenannten Kemel-Grundwerten von 2, 10 und 28 Bits (Einheiten), die bisher bekannt waren (die Regeln zur Erzeugung von Golay-Sequenzen sind in dem Artikel "Complementary Sequences" von M.J.E. Golay, veröffentlicht in IRE Transactions on Information Theory, Bd. IT-7, Seiten 82-87, April 1961 diskutiert).

[0011] Das Kommunikationssystem, welches die vorliegende Erfindung zum Gegenstand hat, macht es möglich, eine physikalische Ende-zu-Ende-(durchgehende) oder Ende-zu-Mehrfachpunkt (nicht-durchgehende)-Verbindung bei einer Übertragungsgeschwindigkeit herzustellen, welche von den verwendeten Einrichtungen und der zur Verfügung stehenden Bandbreite und der akzeptierbaren Fehlerrate abhängen werden.

[0012] Es besteht aus zwei Stücken Einrichtung oder Vorrichtung: Eines ist ein Überträger und das andere ist ein Empfänger.

[0013] Die Übertragereinrichtung wird verwendet, um die folgenden Aufgaben zu erledigen:

- Empfangen der Daten und Erzeugen der Symbole, entsprechend der Gruppe von (m) Bits als Funktion der Golay-Sequenznummer (n) der ausgewählten Länge (M), der Anzahl von Amplituden (A) pro Symbol, der Anzahl von Phasen (N), welche zur Modulation und zum Verarbeitungsgewinn verwendet werden, die erforderlich sind, um mit den Qualitätserfordernissen des Systems überein zu stimmen.
- Durchführen der Aufaddierung der verschiedenen Phasen, um eine N-PSK-Modulation zu bil-

den und so das Übertragungssignal zu erzeugen.

- Übertragen des Verbundsignals zur Überträger-einrichtung, beispielsweise mittels einer RF-Stufe und -Antenne.

[0014] Die Empfängereinrichtung wird verwendet, um die folgenden Operationen durchzuführen:

Demodulieren der N-PSK-Information und Extrahieren der Komponente jeder der verschiedenen Phasen.

- Anpassen, Filtern und Korrelieren der extrahierten Komponenten mit ihren entsprechenden Komplementärpaaren oder Golay.
- Aufsummieren der Korrelationen und so Erhalten des ursprünglichen Datenstroms als digitale Niveaus bzw. Ebenen.
- Durchführen der Niveau-Decodierung, um die ursprünglichen Daten zu erhalten.

[0015] Der erste Vorteil dieser Methode ist es, dazu in der Lage zu sein, so viel Verarbeitungsgewinn bzw. -verstärkung zu erhalten wie man wünscht, unabhängig von der Übertragungsgeschwindigkeit, wie später gesehen werden wird, und nur durch Vergrößern der Länge der ausgewählten Golay-Sequenzen, zu welchem Zweck eine hohe Übertragungsleistung nicht erforderlich ist, um ein hohes Signal-/Rausch-Verhältnis während des Empfanges zu erhalten. Der Verarbeitungsgewinn (in Dezibel) wird in diesem Fall definiert als:

$$GP = 10 \log_{10} (2M) \text{ dB.} \quad (1.1)$$

worin M der Länge der bei dieser Modulation verwendeten Golay-Sequenzen entspricht. Dieses Merkmal ist bei Anwendungen sehr wichtig, bei denen eine niedrige Übertragungsleistung erwünscht wird (bewegliche Endämter, Raumschiffe und Kommunikationssatelliten), die Kommunikation über große Entfernungen durchgeführt wird (Tiefraumübertragungen), und sogar bei militärischen Einsätzen, bei welchen die vom Feind verursachte Interferenz oder das Erfordernis, die Übertragung zu verschlüsseln, die Sicherheit und Qualität der Kommunikation bestimmen.

[0016] Des Weiteren macht es diese Methode möglich, gleichzeitig Informationsflüsse in den gleichen Frequenzbändern über den Kanal mit Hilfe der Verwendung von η verschiedenen niedrigen Kreuzkorrelation-Golay-Sequenzen zu übertragen, wodurch die Erzeugung von η Kommunikationsunternetzen innerhalb eines gleichen Bandes erleichtert wird oder um die Übertragungsgeschwindigkeit durch einen Faktor proportional zu η zu multiplizieren bzw. zu vervielfachen.

[0017] In gleicher Weise ist es möglich, die Übertragungsgeschwindigkeit sogar noch mehr zu erhöhen, wenn eine vorangehende Amplitudenmodulation der Eingangsdaten mittels A-Amplituden durchgeführt

wird.

[0018] Daher kann von dem vorangehend Erwähnten abgeleitet werden, dass die Übertragungsgeschwindigkeit oder Kapazität (C), welche in einem Spreizspektrum-Kommunikationssystem, welches dieses Verfahren verwendet, erhalten werden kann, dem Folgenden entspricht:

$$C = \eta \cdot \log_2 A \cdot (1/2) \cdot \log_2 N \cdot (B/2) \eta \text{ Bits/sec} \quad (1.2)$$

wobei B (Hertz) die Null-zu-Null-Bandbreite ist, welche verwendet wird, N die Anzahl von Phasen ist, welche bei der Modulation verwendet wird (Potenz 4), A die Anzahl von Amplituden ist, welche bei der Kodierung binärer Daten verwendet wird, und η die Zahl von Paaren von Golay-Komplementärsequenzen ist, die verwendet werden. Bei dem vorangehenden Ausdruck wird beobachtet, dass C unabhängig von M ist.

[0019] Daher bildet die beschriebene Erfindung ein leistungsfähiges Kommunikationssystem zur Verwendung in Spreizspektrum-Einsätzen, DS-CDMA, aggressiven Umgebungen, wenn Beschränkungen für die Übertragungsleistung bestehen, oder einfach, wenn der Wunsch besteht, die Qualität der Kommunikation ohne einen Übertragungsgeschwindigkeitsabbau zu verbessern.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] [Fig. 1](#) zeigt die derzeitige Standard-Übertragungstechnik eines Spreizspektrumsystems, welches insbesondere eine 11-Bit-Barker-Sequenz verwendet, welches durch eine ausschließliche ODER-Funktion die Spreizung des Spektrums des ursprünglichen Datensignals durchführt. Es ist ersichtlich, dass die Bit-Frequenz 11 mal niedriger zu jener ist, welche für die Barker-Sequenz verwendet wird, was es ermöglicht, einen Verarbeitungsgewinn von $10 \cdot \log_{10}(11) \approx 10.4 \text{ dB}$ zu erhalten.

[0021] [Fig. 2](#) zeigt die Standarddarstellung der Übertragungsmethode und eine mögliche Implementierung des Überträgers, der diese Methode für $N = 4$ verwendet. Die Binärdaten (1) treten in den Emitter in Gruppen von $\eta \times m$ -Bits ein. Jede i-Gruppe von m-Bits vervielfacht sich mit Zeichen (3) durch beide Golay-Sequenzen A und B (2), entsprechend der BMB i-Zahl. Das Ergebnis beider Multiplikatoren akkumuliert unabhängig in jeder dieser Phasen und in jedem Element innerhalb des Verschiebungsregisters (4) und bewegt sich nach rechts, um auf das nächste Symbol zu warten.

[0022] Die Ausgabewerte des Verschiebungsregisters eines jeden BMB werden summiert (5) und das Ergebnis wird mittels des Produktes mit beispielsweise einem Sinus- oder Kosinus-Symbol (6) Phasen-

und Quadratur-moduliert. Das Ergebnis wird an eine herkömmliche Übertragungsstufe (7) gesendet.

[0023] [Fig. 3](#) zeigt eine Standarddarstellung der Empfangsmethode und insbesondere ein Beispiel eines Empfängers, welcher diese Methode für $N = 4$ verwendet. Beide Phasen werden durch eine 4-PSK-Demodulation reduziert, wodurch ein innerphasiges Signal und eine weitere Quadratur erhalten wird (1). Die erhaltenen analogen inphasigen (I) und Quadratur(Q)-Signale werden quantifiziert und in alle BDBs eingeführt, und das Ergebnis von beiden wird mit den entsprechenden ursprünglichen Sequenzen korreliert (2), die Summe (3) von beiden Strömen wird uns ein amplitudenkodiertes Signal liefern, entsprechend den Daten jeder Untergruppe von m ursprünglichen Bits, welche demoduliert werden. Ein Multiplexerblock (4) regelt die Dekodierung und Anordnung der Bits, um den ursprünglichen Datenstrom wieder zu gewinnen.

[0024] [Fig. 4](#) entspricht einer möglichen Ausführungsform der Modulation. Zur Vereinfachung ist nur die Ausführungsform von Phase 1 gezeigt. Phase Q ist identisch, moduliert aber mit der Komplementärsequenz. Daher ist nur eines der Golay-Register (1), einer der Akkumulatoren und ein Schieberegister (2) und ein Multiplizierer (3) gezeigt.

BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0025] Eine mögliche Ausführungsform dieser Methode, angewendet auf ein durchgehendes Außenraumfunk-Kommunikationssystem, ist unten gezeigt. Aus Gründen der Klarheit ist die Implementierung im Falle einer QPSK-Übertragung ($N = 4$) in [Fig. 2](#) dargestellt, welche Datenmodulation unter Verwendung von η -Golaysequenzen durchführt, Amplituden-moduliert mittels A-Amplituden. Unter Anwendung der Formel (1.2) wird daher die Übertragungsgeschwindigkeit die folgende sein:

$$C = \eta \cdot \log_2 A \cdot (B/2) \text{ Bits/sec} \quad (1.3).$$

[0026] In Übereinstimmung mit dem was oben erklärt worden ist, ist der Ausgangspunkt ein Satz von η -Paaren von Golay-Sequenzen von M Bits, welche in der Übertragungseinrichtung erzeugt und gespeichert werden, mittels im Allgemeinen $2 \times \eta$ Binärregistern (Werte 1 und -1), welche wir mit A-Amplituden und mit 4-Q-PSK-Phasen (4-PSK) Amplituden-modulieren wollen. In der gleichen [Fig. 2](#) ist einer der Standardmodulatorblöcke (BMB), aus welchen die Übertragungseinheit besteht, genauer gezeigt.

[0027] Die Übertragungseinheit führt die folgenden Operationen durch, worin R die Übertragungsgeschwindigkeit in Symbolen ist:

(1) Kodierer: Die bei $\eta \times m \times R$ Bits/sec. empfangene

nen digitalen NRZ-Daten kommen kodiert an und werden in η -Gruppen von $m = \log_2 A$ Bits kodiert. Jeder BMB verarbeitet parallel eine Gruppe von m Bits, so dass das System $n \times m$ Bits pro Symbol übertragen wird. Das Bit mit der höchsten Wertigkeit jeder Gruppe entspricht dem Zeichen und $m - 1$ von geringerem Gewicht dem Modul.

(2) Golay-Register: Gebildet durch zwei binäre Register der Länge M , welches das Paar von A- und B-Komplementärsequenzen speichert, deren Werte dem Satz (1, -1) angehören, welche die Daten modulieren werden, die durch das entsprechende BMB verarbeitet sind.

(3) Multiplizierer: Besteht aus zwei Multiplizierern mit Kennzeichnung (Bit von höchstem Gewicht) des Paares von A- und B-Golaysequenzen des BMB mit dem arithmetischen Wert der entsprechenden Gruppe innerhalb des Satzes von Gruppen des Eingabesymbols.

(4) Doppel-Akkumulator und Verschieberegister: Führt die arithmetische Aufaddierung des Ergebnisses der Multiplizierer mit dem Inhalt des Doppel-Verschieberegisters (der obere Weg mit A und der innere Weg mit B) durch und verschiebt für jeden Symbolzyklus ein Register nach rechts, was das Register auf den neuesten Stand bringt, das am weitesten links zu demselben angeordnet ist, auf den Wert Null. Das Verschieberegister ist aus Standardelementen aufgebaut, welche Signalewerte speichern, und daher muss die Zahl (η) von Bits, welche in jedem Standardelement dieses Registers verwendet wird, so dimensioniert sein, dass ein Überfließen während der Akkumulationsoperationen verhindert wird. Daher muss die Anzahl von Elementen in dem Verschieberegister gleich oder höher als M für jeden der Wege A und B sein.

(5) Summierer: Summiert unabhängig die Daten auf, welche der Ausgabe eines jeden Verschieberegisters von allen der BMBs entspricht, wodurch so die gesamten I_T - und Q_T -Signale erhalten werden, welche danach moduliert werden.

(6) QPSK-Modulator: Moduliert die Ausgangssignale aus dem Summierer durch Multiplizieren der Ausgangssignale der Summierer durch zwei Quadratursymbole, beispielsweise einem sinusförmigen Symbol mit Phase Φ_v (über I_T) und einer weiteren Quadraturen $\Phi_0 - \pi/2$ (über Q_T) und Addieren des Ergebnisses beider Phasen, wodurch das Übertragungssignal in QPSK erhalten wird.

(7) Ausgangsstufe: Besteht aus einem D/A-Wandler und einer herkömmlichen Funkfrequenzstation, welche beispielsweise das Signal zu der Übertragungseinrichtung sendet.

[0028] [Fig. 3](#) zeigt eine beispielhafte Darstellung eines Empfängers für $N = 4$, welcher aus η -Standard-demodulatorblöcken (BDB) gebildet ist, welche in der gleichen Figur genau angegeben sind, und den Aufbau des Empfängers, welcher aus den folgenden

Blöcken besteht:

(1) QPSK-Empfänger: Verstärkt das RF-Eingangssignal und wandelt gegebenenfalls das Signal in eine intermediäre Frequenz (IF) um, erhält die Phaseninformation und macht es möglich, die verschiedenen Ströme in-phasig I und Quadratur Q entsprechend den Phasen Φ_0 und $\Phi_0 - \pi/2$ zu demodulieren und zurückzugewinnen. Die I- und Q-Signale werden digitalisiert und ihr Ausgang auf die Korrelatorblöcke geleitet. Dieser Block ist für alle BDBs gleich.

(2) Golay-Korrelatoren: Machen es möglich, die verschiedenen Ströme zu korrelieren, welche mit ihren entsprechenden Golay-Sequenzen erhalten wurden. Unter der Voraussetzung, dass die Sequenzen zwischen +1 und -1 normalisiert sind, wird die Korrelation auf die Durchführung von Addition und Subtraktion reduziert.

(3) Addierer und Detektor: Führt die Aufaddierung der Korrelationen zwei-und-zwei durch, so dass die Ergebnisse den ursprünglichen Amplitudenmodulierten Daten entsprechen. Diese werden eingestuft und in binäre Daten, die bei der Symbolrate am Ausgang eines jeden Blocks erzeugt werden, umgewandelt.

(4) Dekodierer: Führt die Gruppierung der η -Gruppen durch, welche innerhalb des Datenstroms erhalten wurden, entsprechend den übertragenen Daten in der Reihenfolge, in welcher sie bei $n \times m \times R$ Bits/sec. übertragen wurden.

[0029] Beide Vorrichtungen bilden zusammen das Übertragungssystem.

[0030] Im Allgemeinen können wir für die folgenden [Fig. 1](#), [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) das Konzept der Funktion ausweiten.

[0031] Wir haben bereits festgestellt, dass [Fig. 1](#) die derzeitige Standardübertragungstechnik eines Spreizspektrumsystems zeigt, das insbesondere eine 11-Bit-Barker-Sequenz verwendet, welche mittels einer ausschließlichen ODER-Funktion die Spreizung des Spektrums des ursprünglichen Datensignals durchführt. Es ist ersichtlich, dass die Bit-Frequenz 11 mal niedriger als jene ist, welche für die Barker-Sequenzen verwendet wird, was es möglich macht, einen Verarbeitungsgewinn von $10 \cdot \log_{10}(11) = 10,4$ dB zu erhalten.

[0032] [Fig. 2](#) zeigt die Standarddarstellung der Übertragungsmethode und eine mögliche Implementierung des Überträgers, der diese Methode für $N = 4$ verwendet. Die Binärdaten (1) treten in den Emitter in Gruppen von $\eta \times m$ -Bits ein. Jede i -Gruppe von m -Bits multipliziert mit Zeichen (3) durch beide Golay-Sequenzen A und B (2), entsprechend der eMB i -Zahl. Das Ergebnis beider Multiplizierer akkumuliert unabhängig in jeder dieser Phasen und in jedem Element innerhalb des Verschieberegisters (4) und bewegt

sich nach rechts, um auf das nächste Symbol zu warten.

[0033] Die Ausgabewerte des Verschieberegisters eines jeden BDB werden addiert (5) und das Ergebnis wird an eine herkömmliche Übertragungsstufe (7) gesendet.

[0034] [Fig. 3](#) zeigt eine Standarddarstellung der Empfangsmethode und insbesondere ein Beispiel eines Empfängers (b), welcher diese Methode für $N = 4$ verwendet. Beide Phasen werden durch eine 4-PSK-Demodulation reduziert, wodurch ein Inphasensignal und ein weiteres Quadratursignal (1) erhalten wird. Die erhaltene analoge Inphase (I) und Quadratur (Q) werden jeweils quantifiziert und in alle BDBs eingeführt, und das Ergebnis von beiden wird mit den entsprechenden ursprünglichen Sequenzen korreliert (2), die Summe (3) von beiden Strömen wird uns ein Amplitudenkodiertes Signal liefern, entsprechend den Daten jeder Untergruppe von m ursprünglichen Bits, welche demoduliert werden. Ein Multiplexer-Block (4) führt die Dekodierung und Anordnung der Bits durch, um den ursprünglichen Datenstrom wiederzugewinnen.

[0035] [Fig. 4](#) entspricht einer möglichen Ausführungsform der Modulation. Aus Gründen der Vereinfachung ist nur die Ausführungsform von Phase 1 gezeigt. Phase Q ist identisch, moduliert aber mit der Komplementärsequenz. Daher sind nur eines der Golay-Register (1), einer der Akkumulatoren und ein Schieberegister (2) und ein Multiplizierer (3) gezeigt.

Patentansprüche

1. Verfahren für digitale Kommunikation unter Verwendung eines Signals mit Spreizmodulation mit komplementärer Golay-Sequenz, wobei binäre Eingabedaten, bei der Übertragung, der Einteilung in η Gruppen von $m = \log_2 A$ Bits, der Amplitudenmodulation von A Amplituden, der Spektrumspreizung mittels η Paaren komplementärer Golay-Sequenzen, der Modulation mittels N-PSK Modulation, der Übertragung durch einen Kommunikationskanal unterzogen werden; beim Empfang, der Phasendemodulation, der Faltung mit entsprechenden komplementären Golay-Sequenzen, der Amplitudendemodulation, und der Bildung der Originaldaten unterzogen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass komplementäre Golay-Sequenzen mit geringer Kreuzkorrelation verwendet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch die Produkte der Eingangsdaten und die komplementären Golay-Sequenzen gekennzeichnet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekenn-

zeichnet, dass doppelte Schieberegister für den Wechsel einer Phase der komplementären Golay-Sequenzen verwendet werden.

(e) der Originaldatenfluss durch multiplexieren der genannten η Gruppen gebildet wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erhaltene Summe mittels N-PSK-Modulation moduliert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass

(a) die amplitudenmodellierten binären Eingabedaten, die in Gruppen von m Bits in η basischen Modulatorblöcken BMB gruppiert werden, eingeführt werden;

(b) ein Paar komplementärer Golay-Sequenzen, deren Werte innerhalb des Bereiches 1 und -1 liegen, in doppelten Schieberegistern der Länge M in den genannten BMBs gespeichert werden;

(c) ein Produkt aus den komplementären Golay-Sequenzen und der aus m Bits bestehenden entsprechenden Gruppe erhalten wird, dessen Vorzeichen einem Vorzeichen des schwersten Bits entspricht und dessen Modul durch die anderen $m-1$ Bits dargestellt wird, welche Sequenzen I und Q mit je einer Länge von M Elementen bilden werden;

(d) in jedem doppelten Schieberegister der Länge M mit den entsprechenden M Elementen, Element für Element, M Werte für jede der im Schritt (C) erhaltenen Sequenzen, akkumuliert werden;

(e) der Inhalt der genannten Register zum M ten Element 10 verschoben wird und der Wert null den Elementen tieferer Ordnung der genannten Register hinzugefügt wird;

(f) die totalen Sequenzen I_T und Q_T durch die Summierung der η Werte, die unabhängig in der Ausgabe der Sequenzen I und Q jedes BMBs erhalten wurden, erhalten werden;

(g) die Sequenzen I_T und Q_T mittels QPSK-Modulation moduliert werden und die Resultate der Modulation summiert werden, damit ein Übertragungssignal erhalten wird;

(h) das erhaltene Übertragungssignal an ein Übertragungsmedium übertragen wird;

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

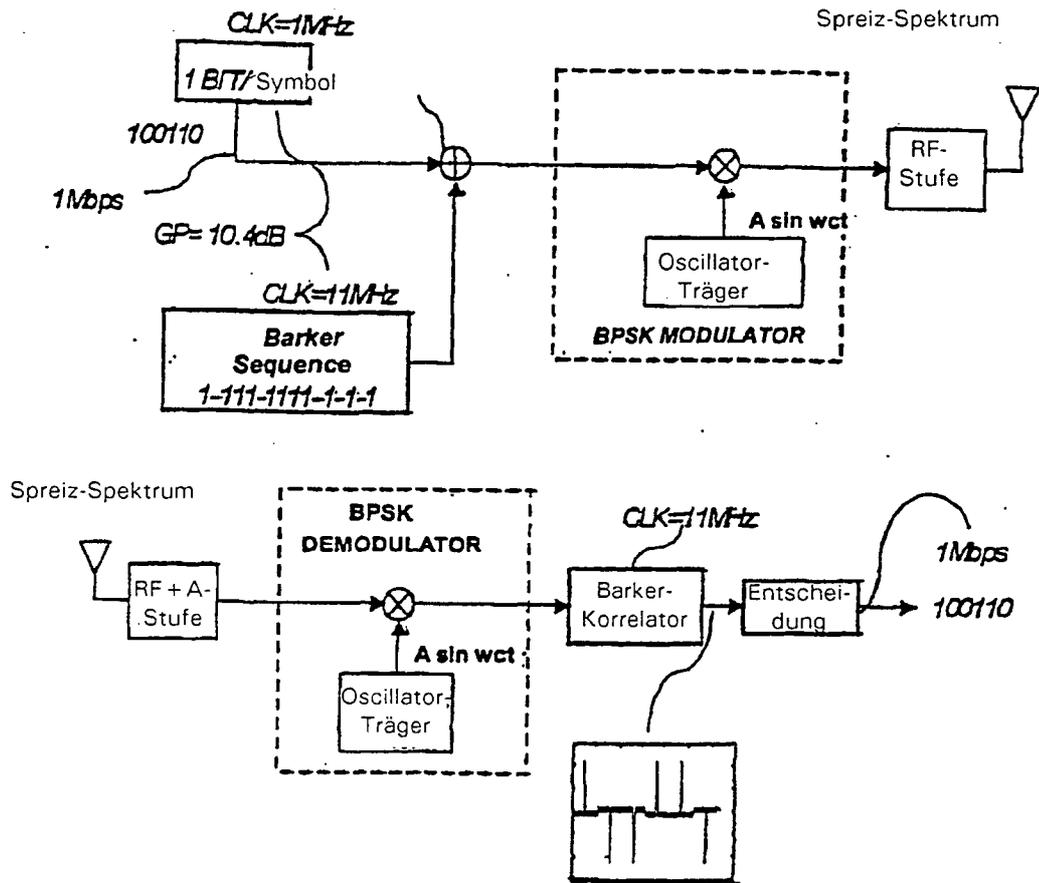
(a) das empfangene Signal adaptiert und synchronisiert wird, die Quadratursequenz mittels Phasemodulation zurückerlangt wird und der Einführung der Sequenzen in jeden der D basischen Demodulatorblöcken BDBs;

(b) die genannten Sequenzen mit den η Paaren von komplementären Golay-Sequenzen mittels Korrelation oder signalangepasstem Filtern gefaltet werden;

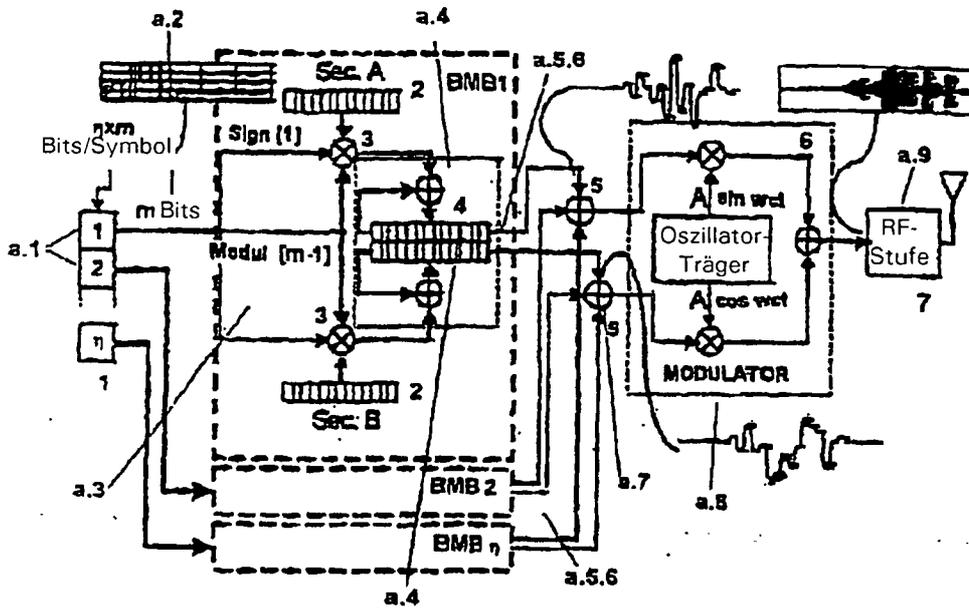
(c) die Resultate der Faltung, entsprechend den gleichen Paaren von komplementären Golay-Sequenzen um η amplitudenmodellierten Informationsströme mit A Amplituden summiert werden;

(d) η Gruppen von $m = \log_2 A$ Bits mittels Amplitudendemodulation erhalten werden;

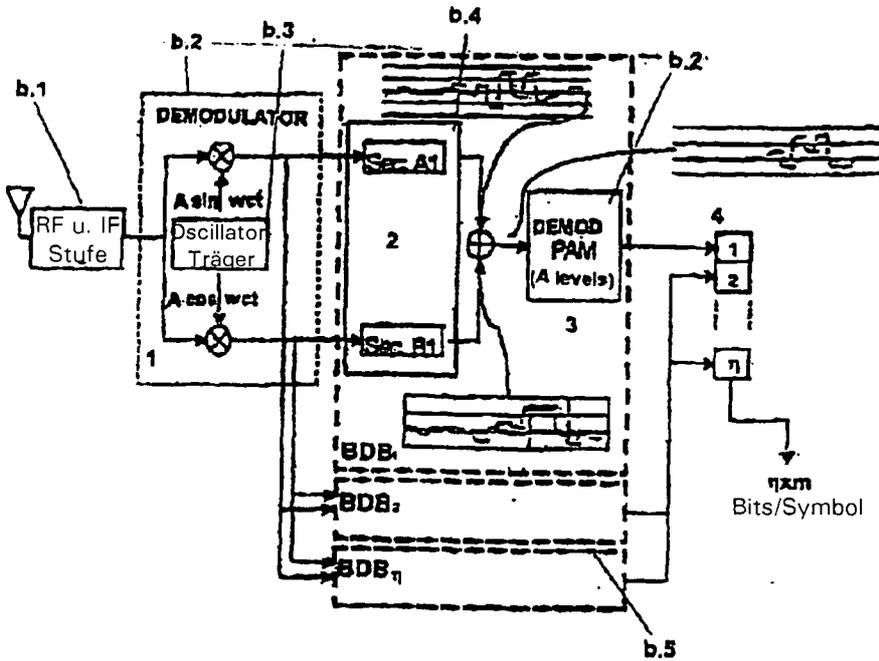
Anhängende Zeichnungen



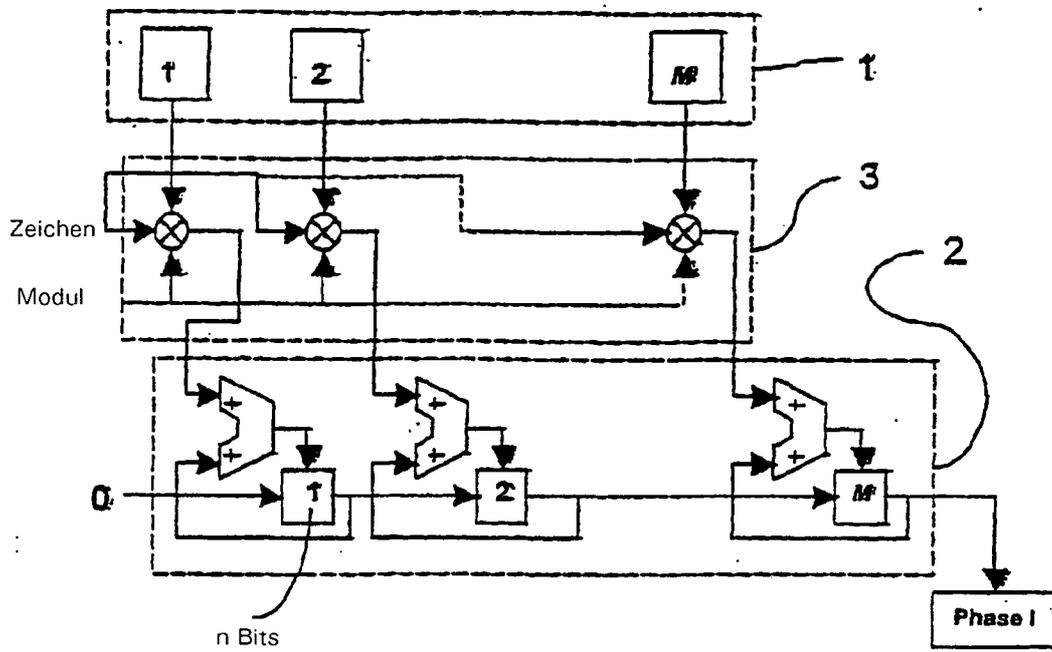
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4