(19) **Bundesrepublik Deutschland**
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 694 34 876 T2** 2007.09.06

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 492 262 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 34 876.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 021 031.2**
(96) Europäischer Anmeldetag: **22.11.1994**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.12.2004**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **25.10.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.09.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***H04B 7/005*** (2006.01)
***H04L 1/00*** (2006.01)
***H04L 1/08*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
**156125** **22.11.1993** **US**

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

(73) Patentinhaber:
**Qualcomm, Inc., San Diego, Calif., US**

(74) Vertreter:
**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und Rechtsanwälte, 80538 München**

(72) Erfinder:
**Wheatley, Charles E. c/o QUALCOMM INCORPORATED, San Diego, CA 92121-1714, US;**
**Padovani, Roberto c/o QUALCOMM INCORPORATED, San Diego, CA 92121-1714, US;**
**Zehavi, Ephraim, 34751 Haifa, IL**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anordnung für Datenübertragung mit variabler Rate**

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

Hintergrund der Erfindung

I. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Nachrichtenübertragungs- bzw. Kommunikationssysteme und speziell auf Leistungssteuerung in einem Code-Multiplex-Vielfach-Zugriffs-Kommunikations-System.

II. Beschreibung der verwandten Technik

**[0002]** Die staatliche Kommunikationskommission (Federal Communications Commission, FCC) reguliert die Nutzung des Hochfrequenz-(HF)-Spektrums entscheidend welche Industrie bestimmte Frequenzen bekommt. Da das HF-Spektrum beschränkt ist, kann nur ein kleiner Teil des Spektrums jeder Industrie zugewiesen werden. Das zugewiesene Spektrum muss deshalb effizient genutzt werden, um es so vielen Frequenz-Nutzern wie möglich zu erlauben Zugriff auf das Spektrum zu bekommen.

**[0003]** Vielfachzugriffsmodulationstechniken sind einige der effizientesten Techniken zum Nutzen des HF-Spektrums. Beispiele solcher Modulationstechniken umfassen Zeit-Multiplex-Vielfach-Zugriff (time division multiple access, TDMA), Frequenz-Multiplex-Vielfach-Zugriff (frequency divsion multiple access, FDMA) und Code-Multiplex-Vielfach-Zugriff (code division multiple access, CDMA).

**[0004]** Die CDMA Modulation setzt eine Spreizspektrumstechnik zur Übertragung von Information ein. Ein Spreizspektrumssystem nutzt eine Modulationstechnik, die das übertragene Signal über ein breites Frequenzband spreizt. Dieses Frequenzband ist typischerweise wesentlich breiter als die zum Übertragen des Signals erforderliche minimale Bandbreite. Die Spreizspektrumstechnik wird erreicht durch Modulieren von jedem zu übertragenden Basisbanddatensignal mit einem einmaligen breitbandigen Spreiz-Code. Durch Verwendung dieser Technik, kann ein Signal, das eine Bandbreite von nur einigen wenigen Kilohertz besitzt über eine Bandbreite von mehr als einem Megahertz gespreizt werden. Typische Beispiele von Spreizspektrumstechniken können gefunden werden in Spread Spectrum communications, Band i, M.K. Simon, Kapitel 5, Seiten 262-358.

**[0005]** Eine Form von Frequenzdiversität wird erreicht durch Spreizen des übertragenen Signals über einen breiten Frequenzbereich. Da nur 200-300 kHz eines Signals typischerweise durch einen frequenzselektiven Schwund betroffen sind, ist das verbleibende Spektrum des übertragenden Signals nicht betroffen. Ein Empfänger, der das Spreizspektrumssignal empfängt, wird deshalb durch den Schwundzustand weniger betroffen sein.

**[0006]** In einem CDMA-artigen Funktelefonsystem werden mehrere Signale gleichzeitig bei der gleichen Frequenz übertragen bzw. gesendet. Ein bestimmter Empfänger bestimmt dann, welches Signal für jenen Empfänger bestimmt ist, und zwar durch den einmaligen Spreizcode in dem Signal. Die Signale bei jener Frequenz ohne den speziellen bzw. den bestimmten Spreizcode, der für den bestimmten Empfänger gedacht ist, erscheinen als Rauschen für jenen Empfänger und werden ignoriert.

**[0007]** Fig. 1 zeigt einen typischen CDMA-Übertrager nach dem Stand der Technik zur Nutzung auf dem Rückwärtskanal eines Funktelefonsystems, wobei der Rückwärtskanal die Verbindung von der Mobilstation zu der Basisstation ist. Ein digitales Basisbandsignal wird zuerst durch einen Vocoder (Sprachcodierer/-decodierer) erzeugt. Der Vocoder (**100**) digitalisiert ein analoges Sprach- oder Datensignal unter Verwendung eines Codierprozesses wie zum Beispiel den Prozess der Code-angeregten linearen Vorhersage (Code Excited Linear Prediction, CELP), der in der Technik wohl bekannt ist.

**[0008]** Das digitale Basisbandsignal wird eingegeben an einen Faltungscodierer (**101**), und zwar mit einer bestimmten Rate bzw. Geschwindigkeit wie zum Beispiel 9600 bps. Der Codierer (**101**) faltungscodiert die eingegebenen Daten-Bits in Datensymbole mit einer festen Codierungsrate bzw. – geschwindigkeit. Zum Beispiel könnte der Codierer (**101**) die Daten-Bits mit einer festen Codierungsrate von einem Daten-Bit zu drei Datensymbolen codieren, so dass der Codierer (**101**) Datensymbole mit einer Rate bzw. Geschwindigkeit von 28,8 ksym/s bei einer Eingangsrate von 9600 bps ausgibt.

**[0009]** Die Datensymbole von dem Codierer werden an einen Verschachtler bzw. Interleaver (**102**) eingegeben. Der Interleaver (**102**) verwürfelt die Symbole, so dass die verlorenen Symbole nicht aufeinanderfolgend

sein werden. Falls mehr als ein Symbol in dem Kommunikations- bzw. Nachrichtenübertragungskanal verloren wird, ist deshalb der Fehlerkorrektur-Code fähig, die Information wiederzugewinnen. Die Datensymbole werden an den Interleaver (**102**) eingegeben, und zwar in einer spaltenweisen Matrix und von der Matrix zeilenweise ausgegeben. Das Interleaving findet mit der gleichen Datensymbolrate von 28,8 ksym/s statt mit der die Datensymbole eingegeben worden sind.

**[0010]** Die verschachtelten Datensymbole werden in einen Modulator (**104**) eingegeben. Der Modulator (**104**) leitet eine Folge bzw. Sequenz mit Walsh-Codes fester Länge aus den verschachtelten Datensymbolen ab. Bei 64-stufiger orthogonaler Codesignalisierung werden die verschachtelten Datensymbole in Sätze von sechs Symbolen gruppiert, um einen von den 64 orthogonalen Codes auszuwählen, um den Satz mit sechs Datensymbolen darzustellen. Diese 64 orthogonalen Codes entsprechend Walsh-Codes von einer 64 mal 64 Hadamard Matrix, wobei ein Walsh-Code eine einzelne Zeile oder Spalte der Matrix ist. Der Modulator gibt eine Folge von Walsh-Codes aus, die den eingegebenen Datensymbolen mit einer festen Symbolrate entsprechen und zwar an einen Eingang eines Exklusiv-Oder- bzw. XOR-Kombinierers (**107**).

**[0011]** Ein Pseudozufalls-Rauschgenerator (PN Generator) (**103**) verwendet eine lange PN Sequenz, um eine nutzerspezifische Sequenz von Symbolen zu erzeugen. In einem mobilen Funktelefon mit einer elektronischen Seriennummer (ESN) kann die ESN mittels der Exklusiv-Oder-Verknüpfung mit der langen PN Sequenz verknüpft werden, um die Sequenz zu erzeugen, welche eine für diesen Funktelefonnutzer spezifische Sequenz bildet. Der Generator für die lange PN Sequenz bzw. Langer-PN-Generator (**103**) nimmt Daten mit der Spreizrate des Systems entgegen und gibt Daten mit der Spreizrate des Systems aus. Die Ausgabe des PN Generators (**103**) ist an den Exklusiv-Oder-Kombinierer (**107**) gekoppelt.

**[0012]** Die mit dem Walsh-Code gespreizten Symbole von dem Kombinierer (**107**) werden als nächstes quadratur-gespreizt. Die Symbole werden in zwei Exklusiv-Oder-Kombinierer (**108** und **109**) eingegeben, die ein paar von kurzen PN Sequenzen erzeugen. Der erste Kombinierer (**108**) verknüpft die mit den Walsh-Code gespreizten Symbole Exklusiv-Oder mit der In-Phase (I) Sequenz (**105**) während der zweite Kombinierer (**109**), die mit dem Walsh-Code gespreizten Symbole Exklusiv-Oder verknüpft mit der Quadratur-Phase (Q) Sequenz (**106**).

**[0013]** Die sich ergebenden, mit dem I- und Q-Kanal-Code gespreizten Sequenzen werden genutzt zum zwei-phasigen Modulieren eines Quadratur-Paares von Sinus-Schwingungen bzw. -Kurven, und zwar durch Treiben bzw. Ansteuern des Leistungspegels des Paares von Sinus-Schwingungen. Die sinusförmigen Ausgangssignale werden dann summiert, bandpass-gefiltert und auf eine HF-Frequenz umgesetzt, verstärkt, gefiltert und durch eine Antenne ausgestrahlt.

**[0014]** Der typische CDMA Übertrager bzw. Sender nach dem Stand der Technik, der auf dem Vorwärtskanal eines Funktelefonsystems genutzt wird, der Verbindung von der Basisstation zu der Mobilstation, ist ähnlich dem Rückwärtskanal. Dieser Sender ist in **Fig. 4** dargestellt. Der Unterschied zwischen den Vorwärts- und Rückwärtskanalsendern ist die Hinzufügung eines Walsh-Code-Generators (**401**) und eines Leistungssteuer-Bit-Multiplexers (**420**) zwischen dem PN-Generator-Kombinierer (**107**) und den Quadratur-Spreiz-Kombinierern (**108** und **109**) für den Vorwärtskanalsender.

**[0015]** Der Leistungssteuer-Bit-Multiplexer (**420**) multiplext ein Leistungssteuer-Bit anstelle eines anderen Bits in dem Rahmen. Die Mobilstation kennt den Ort dieses Bits und sucht an diesem Ort nach diesem Leistungssteuer-Bit. Als ein Beispiel instruiert ein „0"-Bit die Mobilstation seinen mittleren Ausgangsleistungspegel um einen vorher bestimmten Betrag zu erhöhen und ein „1"-Bit instruiert die Mobilstation seinen mittleren Ausgangspegel, um einen vorherbestimmten Betrag zu vermindern. Der Code-Multiplex-Kanal-Selektions-Generator (**401**) ist mit einem Kombinierer (**402**) gekoppelt und sieht einen bestimmten Walsh-Code für den Kombinierer (**402**) vor. Der Generator (**401**) sieht einen von 64 orthogonalen Codes vor und zwar entsprechend den 64 Walsh-Codes von einer 64 mal 64 Hadamard Matrix, wobei ein Walsh-Code eine einzelne Zeile oder Spalte der Matrix ist. Der Kombinierer (**402**) nutzt den bestimmten Walsh-Code, der durch den Code-Multiplex-Kanal-Generator (**401**) eingegeben wird zum Spreizen der eingegebenen verwürfelten Datensymbole in mit dem Walsh-Code gespreizte Datensymbole. Die mit dem Walsh-Code gespreizten Datensymbole werden von dem Exklusiv-Oder-Kombinierer (**402**) ausgegeben und in die Quadratur-Spreiz-Kombinierer mit einer festen Chip-Rate von 1,2288 Mchp/s gegeben.

**[0016]** Die Mobilstation kann der Basisstation bei der Steuerung der Leistung auf den Vorwärtskanal helfen und zwar durch Übertragen einer Leistungssteuernachricht an die Basisstation auf der Rückwärtsverbindung. Die Mobilstation sammelt Statistiken bezüglich seiner Fehler-Performance und informiert die Basisstation über

die Leistungssteuernachricht. Die Basisstation kann dann ihre Leistung für den speziellen Nutzer entsprechend einstellen.

**[0017]** Das Problem mit der oben beschriebenen Art von Leistungssteuerung ist, dass für die Vorwärtsverbindungssteuerung, die Leistungssteuernachricht Sprach- oder Daten-Bits ersetzt, dadurch die Qualität des Sprach- oder des Datendurchsatzes reduzierend. Dies begrenzt fundamental die Rate mit der Mobilstationen-Leistungssteuernachrichten an die Basisstation senden können und wiederum die Rate bzw. Geschwindigkeit mit der die Basisstation die Ausgangsleistung zu diese spezielle Mobilstation einstellen kann. Eine hohe Aktualisierungsrate bzw. Geschwindigkeit der Sendeleistungseinstellung würde es der Basisstation erlauben, die Sendeleistung für jede individuelle Mobilstation auf einen minimalen Pegel einzustellen, der notwendig ist, um eine Verbindung mit einer spezifizierten Qualität beizubehalten. Durch Minimieren jeder individuellen Sendeleistung wird auch die erzeugte Gesamt-Interferenz minimiert, somit die Kapazität des Systems verbessernd. Es gibt demzufolge einen Bedarf zum Aktualisieren der Ausgangsleistung eines Senders mit einer höheren Rate ohne wesentlich die Qualität der Daten in der Übertragung zu verschlechtern.

**[0018]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Vorsehen einer Kommunikationsverbindung mit variabler Datenrate bzw. -geschwindigkeit nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung zum Vorsehen einer Kommunikationsverbindung mit variabler Datenraten nach Anspruch 4, vorgesehen.

**[0019]** Weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beansprucht.

## Weitere Aspekte der Erfindung

**[0020]** Gemäß einem ersten Aspekt ermöglicht es der beschriebene Prozess der vorliegenden Erfindung einem Sender die Ausgangsleistung zu jeder Mobilstation mit der er kommuniziert auf einer rahmenweisen Basis zu aktualisieren. Der Prozess wird erreicht durch einen Rückkopplungsmechanismus von der Mobilstation zu der Basisstation. Durch den Rückkopplungsmechanismus informiert die Mobilstation die Basisstation darüber, ob sie Rahmen richtig oder falsch empfängt, und zwar durch Einbeziehen solcher Information bei jedem Datenrahmen, der an die Basisstation übertragen wird.

**[0021]** Der Prozess bestimmt zuerst, ob die Ausgangsleistung des Senders, mit dem eine Kommunikation hergestellt ist, zu erhöhen oder zu verringern ist. Der Prozess informiert dann den Sender, um seine Leistung entsprechend zu ändern, und zwar durch Einbeziehen von Leistungssteuer-Bits in jeden übertragenen Datenrahmen.

**[0022]** Gemäß einem weiteren Aspekt ermöglicht es der Prozess der vorliegenden Erfindung einer Kommunikationsverbindung ein Eingangssignal mit höherer Datenrate zu besitzen, während ein Ausgangssignal mit konstanter Datenrate beibehalten wird. Das Verfahren faltungscodiert zunächst das Eingangsdatensignal zum Erzeugen einer Vielzahl von faltungscodierten Signalen. Jedes der faltungscodierten Signale besteht aus einer Vielzahl von Datensymbolen. Jedes Datensymbol wird eine vorher bestimmte Anzahl mal wiederholt, und zwar zum Erzeugen einer Datensequenz mit Code-Wiederholung mit einer vorherbestimmten und festen Rate bzw. Geschwindigkeit. Die Datensequenz wird dann derart punktiert, dass Symbole an vorherbestimmten Orten der Datensequenz gelöscht werden, somit eine Datensequenz mit einer vorherbestimmten festen Rate erzeugend, die niedriger ist, als die der originalen Datensequenz. Die codierten Signale mit den wiederholten Datensymbolen werden multiplext zum Erzeugen einer Datensequenz.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0023]** Fig. 1 zeigt einen typischen Rückwärtsverbindungs-CDMA-Sender nach dem Stand der Technik zur Nutzung in einem Funktelefonsystem.

**[0024]** Fig. 2 zeigt den Vorwärtskommunikationsverbindungsprozess der vorliegenden Erfindung wie er in einem CDMA-Funktelefonsystem genutzt wird.

**[0025]** Fig. 3 zeigt den Mobilfunkprozess der vorliegenden Erfindung wie er in einem CDMA Funktelefonsystem genutzt wird.

**[0026]** Fig. 4 zeigt einen typischen Vorwärtsverbindungs-CDMA-Sender nach dem Stand der Technik zur Nutzung in einem Funktelefonsystem.

**[0027]** Fig. 5 zeigt den Vorwärtsverbindungsleistungssteuerprozess der vorliegenden Erfindung.

## Detaillierte Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

**[0028]** Der Kommunikationsverbindungsprozess mit variabler Datenrate der vorliegenden Erfindung ermöglicht es der Datenrate eines Signals, dass an einen Schaltungs-Codierer eingegeben wird, variabel zu sein, und zwar ohne die Datenrate des codierten Signals zu ändern. Dies ermöglicht es, dass ein Sprachkanal mit höherer Qualität oder ein schnellerer Faksimile- oder Datenkanal genutzt wird, ohne dass die feste Ausgangsrate bzw. -geschwindigkeit von 19,2 kbps erhöht wird. Die variable Datenrate wird erreicht durch Punktieren eines Faltungs-Codes mit Rate ½ zum Erlangen eines Faltungs-Codes mit Rate ¾. Zum Beispiel erzeugt eine feste Eingangsdatenrate von 9600 bps die mit einem Faltungs-Code mit Rate ½ codiert wird, eine feste Ausgangsdatenrate von 9600·2 = 19,2 kbps. In gleicher Weise erzeugt eine feste Eingangsdatenrate von 14400 bps, die mit einem Faltungscode mit Rate ¾ codiert wird, eine feste Ausgangsdatenrate von 14400·4/3 = 19,2 kbps.

**[0029]** Der Vorwärtskommunikationsverbindungsprozess der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 2 dargestellt. Der Prozess beginnt mit einem Datensignal I(D), dass an den Faltungs-Codierer (**201**) eingegeben wird. Der Prozess ermöglicht es der Datenrate dieses Signals variable und so hoch wie 14,4 kbps zu sein. Der Faltungs-Codierer (**201**) ist in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ein Codierer mit Rate 1/2.

**[0030]** Der Faltungs-Code besitzt die Generierungs-Polynome $G_1 = 753$ und $G_2 = 561$. In Polynom-Schreibweise erscheinen die generierenden Polynome wie folgt:

$$G_1(D) = 1 + D + D^2 + D^3 + D^5 + D^7 + D^8$$

$$G_2(D) = 1 + D^2 + D^3 + D^4 + D^8$$

**[0031]** Da dies ein Codierer (**201**) mit Rate ½ ist, werden für jedes in den Codierer (**201**) eingegebene Bit zwei Symbole ausgegeben. Zum Beispiel, falls das Eingangssignal aus Bits $b_0$, $b_1$ und $b_2$ besteht sind die ausgegebenen Symbolsequenzen wie folgt: $C_{11}$, $C_{12}$, $C_{13}$, $C_{14}$, $C_{15}$, $C_{16}$ ... für $G_1$ und $C_{21}$, $C_{22}$, $C_{23}$, $C_{24}$, $C_{25}$, $C_{26}$ ... für $G_2$. Deshalb muss, ohne den Prozess der vorliegenden Erfindung die Eingabe 9,6 kbps sein, um die Standardausgabe von 19,2 kbps des Codierers mit Rate ½ beizubehalten.

**[0032]** Der nächste Schritt des Prozesses fügt eine Wiederholung (**202** und **203**) von jedem der ausgegebenen Symbole in die Symbolsequenz ein. Die Datenrate wird durch den Sprachcodierer oder durch den Datendienstcontroller eingestellt, so dass er weiß wie viele Symbolwiederholungen eingefügt werden müssen, um die richtige Datenrate zu erlangen. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Symbole einmal wiederholt, so dass die ausgegebenen Symbolsequenzen wie folgt sind:
$C_{11}$, $C_{11}$, $C_{12}$, $C_{12}$, $C_{13}$, $C_{13}$, $C_{14}$, $C_{14}$, $C_{15}$, $C_{15}$, $C_{16}$, $C_{16}$ ... für $G_1$ und $C_{21}$, $C_{21}$, $C_{22}$, $C_{22}$, $C_{23}$, $C_{23}$, $C_{24}$, $C_{24}$, $C_{25}$, $C_{25}$, $C_{26}$, $C_{26}$ ... für $G_2$

**[0033]** Eine Parallel-zu-seriell-Konvertierung wird mit diesen Symbolsequenzen durch einen Multiplexer (**204**) durchgeführt. Die zwei Symbolsequenzen werden in den Multiplexer (**204**) mit einer Rate von 14,4 kbps eingegeben und werden von dem Multiplexer als eine einzelne Sequenz ausgegeben, die eine Datenrate von 28,8 kbps besitzt. Dieser Multiplex-Schritt erzeugt die folgende Symbolsequenz:
$C_{11}$, $C_{21}$, $C_{11}$, $C_{21}$, $C_{12}$, $C_{22}$, $C_{12}$, $C_{22}$, $C_{13}$, $C_{23}$, $C_{13}$, $C_{23}$, $C_{14}$, $C_{24}$, $C_{14}$, $C_{24}$, $C_{15}$, $C_{25}$, $C_{15}$, $C_{25}$, $C_{16}$, $C_{26}$, $C_{16}$, $C_{26}$ ...

**[0034]** Diese Sequenz wird dann punktiert (**205**) unter Verwendung von 110101 als Punktierungsmuster, wobei jede Null das punktierte Bit ist. Dieses Muster wird implementiert durch Löschen aller Bits aus der Symbolsequenz, die an den Orten 6n + 3 und 6n + 5 sind, wobei n eine ganze Zahl in dem Bereich von 0 bis ∞ ist. Alternative Ausführungsbeispiele können die Symbolsequenz an unterschiedlichen Orten und mit einer unterschiedlichen Rate punktieren. Das Ergebnis dieser Operation ist die folgende Symbolsequenz:
$C_{11}$, $C_{21}$, $C_{21}$, $C_{22}$, $C_{12}$, $C_{22}$, $C_{23}$, $C_{23}$, $C_{14}$, $C_{24}$, $C_{24}$, $C_{25}$, $G_{15}$, $C_{25}$, $C_{26}$, $C_{26}$...

**[0035]** Die Symbole werden dann in einen Blockinterleaver (**207**) eingegeben. Es ist für einen Fachmann klar, dass andere Arten von Interleaving in alternativen Ausführungsbeispielen genutzt werden können, ohne von dem Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Die verschachtelten bzw. interleavten Datensymbole werden durch den Interleaver (**207**) mit der gleichen Datensymbolrate ausgegeben mit der sie eingegeben wurden, und zwar 19,2 kpbs. Die interleavte Symbolsequenz wird an einen Eingang des Exklusiv-Oder-Kombinierers (**226**) eingegeben.

**[0036]** Das Interleaving ist notwendig zum Reduzierender Wahrscheinlichkeit, dass ein Schwund oder eine Interferenz eine große Lücke in der Datensequenz verursachen wird. In dem Fall, in dem die Symbole auch wiederholt werden, wird der Verlust eines Symbols nicht notwendigerweise einen Gesamtverlust der Daten verursachen, somit eine verbesserte Performance vorsehend.

**[0037]** Ein langer Pseudo-Rausch-(pseudo-noise, PN)-Generator (**220**) ist mit dem anderen Eingang des Exklusiv-Oder-Kombinierers (**226**) gekoppelt, um eine Spreizsequenz für den Exklusiv-Oder-Kombinierer (**226**) vorzusehen. Der lange PN-Generator (**220**) nutzt eine lange PN-Sequenz zum Erzeugen einer nutzerspezifischen Symbolsequenz oder eines einmaligen Nutzer-Codes mit einer festen Rate, und zwar 19,2 kbps in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel. Zusätzlich zum Vorsehen einer Identifizierung an welchen Nutzer die Verkehrskanaldaten-Bits über den Kommunikationskanal zu senden sind, verbessert der einmalige Nutzer-Code die Privatsphäre der Kommunikation in dem Kommunikationskanal durch Verwürfeln der Verkehrskanaldaten-Bits.

**[0038]** Der Exklusiv-Oder-Kombinierer (**226**) nutzt den einmaligen Nutzer-Code, der durch den langen PN-Generator (**220**) eingegeben wird, zum Spreizen der eingegebenen Walsh-codierten Datensymbole in die mit dem Nutzer-Code gespreizten Datensymbole. Diese Spreizung durch den Exklusiv-Oder-Kombinierer (**226**) sieht einen Erhöhungsfaktor in der Gesamtspreizung der Verkehrskanaldaten-Bits zu Datensymbolen vor. Die mit dem Nutzer-Code gespreizten Symbole werden von dem Exklusiv-Oder-Kombinierer (**226**) mit einer festen Chiprate ausgegeben, und zwar mit 1,228 Mchp/s in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel.

**[0039]** Die Code-gespreizten Symbole werden an einen Kombinierer (**260**) eingegeben, der auch mit einem Code-Multiplex-Kanal-Selektions-Generator (**250**) gekoppelt ist, der einen Walsh-Code mit bestimmter Länge für den Kombinierer (**260**) vorsieht. Der Generator (**250**) sieht einen von 64 orthogonalen Codes vor und zwar entsprechend den 64 Walsh-Codes von einer 64 mal 64 Hadamard Matrix, wobei ein Walsh-Code eine einzelne Zeile oder Spalte der Matrix ist. Der Kombinierer (**260**) nutzt den durch den Code-Multiplex-Kanal-Generator (**250**) eingegebenen bestimmten bzw. speziellen Walsh-Code zum Spreizen der eingegebenen verwürfelten Datensymbole in Datensymbole, die mit dem Walsh-Code bedeckt bzw. gespreizt sind. Die mit dem Walsh-Code abgedeckten bzw. gespreizten Datensymbole werden dem Exklusiv-Oder-Kombinierer (**260**) ausgegeben und zwar in die quadratur-abdeckenden bzw. spreizenden Kombinierer (**227** und **229**) mit einer festen Chip-Rate von 1,2288 Mchp/s.

**[0040]** Ein paar von kurzen PN-Sequenzen (d.h. kurz im Vergleich zu der langen PN-Sequenz, die durch den langen PN-Generator (**220**) genutzt wird) wird durch einen I-Kanal-PN-Generator (**225**) und einen Q-Kanal-PN-Generator (**228**) erzeugt. Diese PN-Generatoren (**225** und **228**) können die gleichen oder unterschiedlichen kurzen PN-Sequenzen erzeugen. Die Exklusiv-Oder-Kombinierer (**227** und **229**) spreizen ferner die eingegebenen mit dem Walsh-Code gespreizten Daten mit den kurzen PN-Sequenzen, die durch den PN-I-Kanal-Generator (**225**) bzw. dem PN-Q-Kanal-Generator (**228**) erzeugt werden. Die sich ergebenden mit dem I-Kanal-Code-Kanal gespreizte Sequenz und mit dem Q-Kanal-Code-gespreizte Sequenz werden genutzt zum bi- bzw. zweiphasigen Modulieren eines Quadratur-Paares mit Sinusschwingungen und zwar durch Treiben bzw. durch Ansteuern der Leistungspegelsteuerungen des Paares von Sinusschwingungen. Die Sinusschwingungen bzw. sinusförmigen Signale werden summiert, bandpaß-gefiltert, in eine HF-Frequenz übersetzt, verstärkt, gefiltert und durch eine Antenne ausgestrahlt, um die Übertragung der Symbolsequenz über die Vorwärts-Kommunikationsverbindung zu bewirken bzw. zu vervollständigen.

**[0041]** In einem zellularen CDMA-Funktelefonsystem bedarf es eines Prozesses in der mobilen Funkeinheit, um die über die Vorwärts-Kommunikationsverbindung übertragene Symbolsequenz zu interpretieren. Dieser Mobileinheitsprozess der vorliegenden Erfindung ist in **Fig. 3** dargestellt.

**[0042]** Der Mobileinheitsprozess demoduliert zunächst die empfangene Symbolsequenz (**301**). Das demodulierte Signal wird anschließend in einen De-Interleaving-Prozess (**302**) eingegeben, um das Interleaving des Vorwärtsverbindungs-Prozesses umzukehren. Das Ergebnis dieser Operation ist die ursprüngliche Sequenz von Symbolen, einschließlich der wiederholten Symbole, wie sie in den Interleaver des Vorwärtsverbindungs-Prozesses eingegeben wurde.

**[0043]** Die ausgegebene Symbol-Sequenz wird dann weiterverarbeitet, um die Symbole auszufüllen, die während des Vorwärtsverbindungs-Punktierungsprozesses gelöscht wurden (**303**). Da die empfangende Mobilstation über das gleiche Punktierungsmuster verfügt wie die Basisstation, weiß die Mobilstation, welche Symbole gelöscht wurden und kann daher diese gelöschten Symbole durch Leerräume ersetzen, auch bekannt als Löschungen bzw. Erasures. Die Ausgabe dieser Operation ist die folgende, wobei E die Löschung

bzw. Auslöschung ist:
$C_{11}$, $C_{21}$, E, $C_{21}$, E, $C_{22}$, $C_{12}$, $C_{22}$, E, $C_{23}$, E, $C_{23}$, $C_{14}$ $C_{24}$, E, $C_{24}$, E, $C_{25}$, $C_{15}$, $C_{25}$, E, $C_{26}$, E, $C_{26}$...

**[0044]** Diese Sequenz wird anschließend in einen Puffer (**304**) zur temporären Speicherung eingegeben. Der Puffer erlaubt es dem Viterbi-Decoder, die Symbolsequenz mehrfach zu verarbeiten, um die Datenrate zu bestimmen.

**[0045]** Der Viterbi-Decodierer (**305**) weist den Löschungs-Bits außerdem eine Null-Metrik zu, wie es in der Technik wohlbekannt ist. Die Ausgabe des Viterbi-Decodierers sind digitale Daten, die in ein analoges Signal durch einen Digital-zu-Analog-Konverter (**306**) konvertiert werden. Das analoge Signal kann dann zur Ansteuerung eines Lautsprechers (**307**) in der Mobileinheit genutzt werden.

**[0046]** Die über den Vorwärts- und den Rückwärtskanal übertragenen Signale sind in Rahmen formatiert, wobei jeder Rahmen eine Länge von 20 Millisekunden aufweist. Die anhängige US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 07/822,164 an Padovani et al., die dem Rechtsnachfolger der vorliegenden Erfindung zugewiesen ist, führt eine detailliertere Erläuterung dieser Rahmen auf. Die Menge der in jedem Rahmen übertragenen Daten ist abhängig von der Datenrate. Die Rahmenzusammensetzung für jeder Datenrate für den Vorwärts- und den Rückwärtskanal ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

| Brutto-Bit-Anzahl (Raw # Bits) | CRC | Anhang (Tail) | Reserviert (Rsrvd) | Informations-Bit | Rate |
|---|---|---|---|---|---|
| 288 | 12 | 8 | 3 | 265 | 13250 |
| 144 | 10 | 8 | 2 | 124 | 6200 |
| 72 | 8 | 8 | 2 | 54 | 2700 |
| 36 | 6 | 8 | 2 | 20 | 1000 |

**[0047]** Die in der Tabelle aufgelistete Rate ist die Informationsbitrate. Die reservierten Bits für den Vorwärts- und den Rückwärtskanal sind im bevorzugten Ausführungsbeispiel vorgesehen für Signalisierung, Leistungssteuerung und zukünftige Verwendung.

**[0048]** Die Übertragungs- bzw. Sendeleistung des Vorwärtskanal-Übertragers bzw. – Senders kann im Rückwärtskanal durch den Leistungssteuerungsprozess der vorliegenden Erfindung gesteuert werden, dargestellt in Fig. 5. Der Leistungssteuerungsprozess wird im Folgenden bei Anwendung in einem CDMA zellularen Funktelefonsystem beschrieben, kann jedoch in anderen Kommunikationssystemen angewendet werden.

**[0049]** Der Selektor bzw. Auswähler des terrestrischen Netzwerkes bestimmt die Rate, mit welcher ein Rahmen an eine Mobilstation gesendet wurde (**501**) und sendet den Rahmen an alle Basisstationen, die mit dieser speziellen Mobilstation kommunizieren. Der Selektor ist Teil der Basisstation und zuständig für die Anruf- bzw. Verbindungsverarbeitungs-Anforderungen der Basisstation.

**[0050]** Während einer weichen Übergabe bzw. Soft Hand-Off kommuniziert mehr als eine Basisstation mit einer Mobilstation. Die Basisstationen übertragen den Rahmen an die Mobilstation (**505**). Nach dem Kombinieren der Daten von möglicherweise mehreren Basisstationen ermittelt die Mobilstation, ob der letzte Rahmen (**510**) korrekt empfangen und decodiert wurde. Falls die Mobilstation den letzten Rahmen korrekt decodiert hat, setzt die Mobilstation das Leistungssteuerungsbit im nächsten Rahmen (**520**), der an die Basisstationen übertragen wird.

**[0051]** Da der Selektor die Rate kennt, mit welcher der letzte Rahmen zu der Mobilstation übertragen wurde, und nun außerdem eine Rückmeldung von der Mobilstation hat, ob jener Rahmen korrekt decodiert wurde, stellt der Selektor eine Tabelle mit Statistiken zusammen (**525**), welche die Fehlerraten enthält, die bei jeder Rate an der Mobilstation auftreten. Die "korrekt empfangen" Einträge in der Tabelle werden nur inkrementiert, wenn der Rückwärtsverbindungs-Rahmen von der Mobilstation, welcher das Rückmeldebit enthält, korrekt empfangen und decodiert wurde (**515**).

| | Übertragung (TX) mit Vollrate | Übertragung mit Rate ½ | Übertragung mit Rate ¼ | Übertragung mit Rate 1/8 |
|---|---|---|---|---|
| **Empfang (RX) korrekt** | I1 | J1 | K1 | L1 |
| **Löschung** | I2 | J2 | K2 | L2 |
| **Insgesamt** | I=I1+I2 | J=J1+J2 | K=K1+K2 | L=L1+L2 |
| **Fehlerrate** | I2/I | J2/J | K2/K | L2/L |

**[0052]** Der Selektor führt ferner eine Tabelle mit vorherbestimmten Zielfehlerraten T1, T2, T3 und T4, jeweils eine für jede Rate. Falls die vorliegende Erfindung in einem zellularen Funktelefonsystem angewendet wird, können diese Fehlerraten durch den Anbieter des zellularen Dienstes eingestellt werden, um eine bestimmte Servicequalität vorzusehen.

**[0053]** Der Selektor berechnet anschließend die folgenden Differenzen:

$E1 = \frac{I2}{I} - T1$

$E2 = \frac{J2}{J} - T2$

$E3 = \frac{K2}{K} - T3$

$E4 = \frac{L2}{L} - T4.$

**[0054]** Der Selektor bestimmt den Leistungspegel, mit welchem der nächste Rahmen zu senden ist, in dem die entsprechende gerade berechnete Differenz mit Null verglichen wird. Ist beispielsweise der zu übertragende Rahmen ein Rahmen mit Vollrate und E1 > 0 (**530**), dann wird der Leistungspegel $P_{nominal}$ + P betragen (**535**), wobei P eine Funktion des Wertes von E1 und $P_{nominal}$ der durch den Diensteerbringer für dieses geographische Gebiet festgelegte Leistungspegel ist. Falls E1 = 0 (**540**), dann wird der Leistungspegel $P_{nominal}$ betragen (**545**). Falls E1 < 0, dann wird der Leistungspegel $P_{nominal}$ – P betragen (**550**). Die anderen Datenraten unterliegen der gleichen Prozedur. Der Selektor leitet den nächsten an die Mobilstation zu übertragenden Rahmen an die Basisstationen weiter, die mit der Mobilstation kommunizieren. Eine Indikation des Leistungspegels, mit welchem der Rahmen zu übertragen ist, wird in den Rahmen einbezogen.

**[0055]** Alternative Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung fügen mehr als eine Wiederholung eines jeden Symbols in die Symbolsequenz ein, abhängig von der in den Codierer eingegebenen Datenrate. Wird beispielsweise eine Datenrate von 2,4 kbps in den Codierer eingegeben, sollten die Symbole noch dreimal wiederholt werden, so dass insgesamt 4 gleiche Symbole vorliegen, damit die Ausgabesequenz eine 19,2 kbps Ausgabedatenrate beibehält. Durch Hinzufügen von mehr oder weniger Wiederholungen kann die Eingabedatenrate variiert werden, während gleichzeitig die Ausgabe bei 19,2 kbps gehalten wird, wie durch die CDMA Interimsspezifikation IS-95 der Electronic Industries Association/Telephone Industries Association gefordert.

**[0056]** Alternative Ausführungsbeispiele können zuerst punktieren und nach dem Punktierungsprozess wiederholen. Allerdings zerstört das bevorzugte Ausführungsbeispiel das Symbol nicht, wie es der Fall wäre, würden die Symbole vor dem Widerholungsprozess punktiert werden. Indem zuerst wiederholt wird, existiert die Wiederholung des Symbols noch nach der Punktierung und daher kann diese Information noch übertragen werden.

**[0057]** Alternative Ausführungsbeispiele können eine Ausgaberate für die Verbindung von der Basisstation zur Mobilstation erforderlich machen, die von der durch die CDMA Spezifikation geforderten von 19,2 kbps abweicht. Ein Beispiel einer solchen Ausführung ist die Verbindung von Mobilstation zu Basisstation, für welche die Spezifikation eine Rate von 28800 bps verlangt. In diesem Fall ermöglicht eine Informationsrate von 14400 bps, gekoppelt mit einem Faltungscode mit Rate ½ die gewünschte Rate von 14400·2 = 28800 bps.

**[0058]** Durch Punktieren eines Codes mit Rate ½, um einen Code mit Rate ¾ zu erhalten, erlaubt der Prozess

der vorliegenden Erfindung die Unterstützung ei ner höheren Datenrate durch einen Codierer, während die Ausgabe konstant bleibt. Der Punktierungsprozess und der Codesymbol-Wiederholungsprozess erlauben ferner die Unterstützung variabler Datenraten durch den Codierer, wie zum Beispiel 14,4, 7,2, 3,6 und 1,8 kbps, während die Ausgabe des Codierers stabil bei 19,2 kbps gehalten wird, indem die Zahl der Wiederholungen der Symbole erhöht wird. Durch Verwendung eines Punktierungsprozesses in einem Funktelefon, welches die Fähigkeit aufweist, in dem CDMA Funktelefonsystem betrieben zu werden, werden eine höhere Sprachqualität und schnellere Daten- und Faxübertragungen erreicht.

**[0059]** Der schnelle Vorwärtsleistungs-Steuerungsprozess der vorliegenden Erfindung erlaubt es einer Mobilstation, eine Basisstation mit einer schnelleren Rate anzuweisen, die Leistungsausgabe zu ändern. Dieser Prozess erlaubt es der Mobilstation, ein Leistungs-Änderungskommando mit jedem Datenrahmen zu senden, ohne dass sich die Sprach- oder Datenqualität verschlechtert.

**[0060]** Die mit dem Punktierungsprozess eines Codes mit Rate ½ assoziierte Leistungsverschlechterung in der Verbindung von der Basisstation zur Mobilstation wird mehr als kompensiert durch den schnellen Vorwärtsleistungs-Steuerungsprozeß der vorliegenden Erfindung. Der schnelle Vorwärtsleistungs-Steuerungsprozeß der vorliegenden Erfindung erlaubt es einer Mobilstation, die Basisstationen mit einer Rate von 50 Hz (mit jedem Rahmen) anzuweisen, ihre Ausgabeleistung anzupassen, im Vergleich zu Raten von 0,2 Hz, die mit Hilfe anderer Signalisierungsverfahren erreicht werden, welche komplette Rahmen durch Leistungssteuerungsinformation ersetzen. Dieser Prozess erlaubt es der Mobilstation, eine Leistungsänderungsanforderung mit jedem Datenrahmen zu senden, indem ein einzelnes Informationsbit pro Rahmen verwendet wird und daher ohne Verschlechterung der Sprachqualität und ohne maßgebliche Reduktion des Datendurchsatzes.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Vorsehen einer Kommunikationsverbindung mit variabler Datenrate, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:
Empfangen eines Datenrahmens mit einer Eingangsdatenrate, die aus einer Vielzahl von möglichen Eingangsdatenraten ausgewählt ist;
Kodieren von Datenbits des Datenrahmens mit einer Kodierrate zum Erzeugen eines kodierten Datenrahmens, wobei die Kodierrate ausgewählt ist aus einer Vielzahl von Kodierraten;
Punktieren von wenigstens einem Datenbit von dem kodierten Datenrahmen gemäß einem Punktierformat, wobei das Punktierformat ausgewählt ist aus einer Vielzahl von Punktierformaten, und wobei jedes Punktierformat unterschiedliche Punktierdatenbitorte in den kodierten Datenrahmen identifiziert;
Erzeugen eines Ausgangsdatenrahmens mit einer konstanten Ausgangsdatenrate unabhängig von der Eingangsdatenrate zum Vorsehen der Kommunikationsverbindung mit variabler Datenrate.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner Folgendes aufweist:
Verschachteln von Datenbits des Ausgangsdatenrahmens und Modulieren der verschachtelten Datenbits zum Vorsehen der Kommunikationsverbindung mit variabler Datenrate von einer Übertragungseinheit.

3. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner das Wiederholen von wenigstens einem Datenbit des Datenrahmens aufweist.

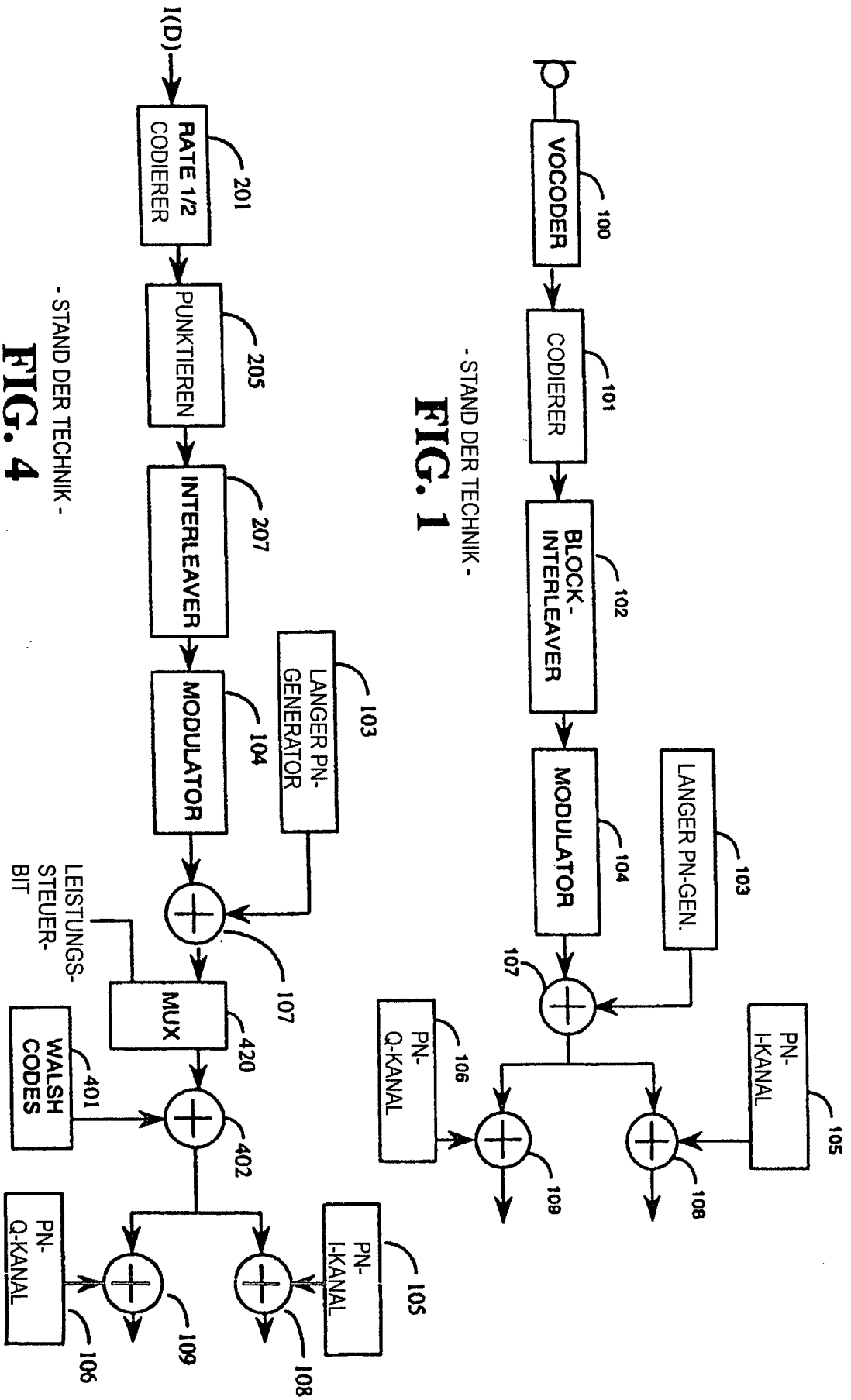
4. Vorrichtung zum Vorsehen einer Kommunikationsverbindung mit variabler Datenrate, wobei die Vorrichtung folgendes aufweist:
Mittel zum Empfangen eines Datenrahmens mit einer Eingangsdatenrate, die ausgewählt ist aus einer Vielzahl von möglichen Eingangsdatenraten;
Mittel zum Kodieren (**201**) von Datenbits des Datenrahmens mit einer Kodierrate zum Erzeugen eines kodierten Datenrahmens, wobei die Kodierrate ausgewählt ist aus einer Vielzahl von Kodierraten;
Mittel zum Punktieren (**205**) von wenigstens einem Datenbit aus dem kodierten Datenrahmen gemäß einem Punktierformat, wobei das Punktierformat ausgewählt ist aus einer Vielzahl von Punktierformaten und wobei jedes Punktierformat unterschiedliche Punktierdatenbitorte in dem kodierten Datenrahmen identifiziert;
Mittel zum Erzeugen eines Ausgangsdatenrahmens mit einer konstanten Ausgangsdatenrate unabhängig von der Eingangsdatenrate zum Vorsehen der Kommunikationsverbindung mit variabler Datenrate.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, die ferner Folgendes aufweist:
Mittel zum Verschachteln (**207**) von Datenbits des Ausgangsdatenrahmens und einen Modulator zum Modellieren der verschachtelten Datenbits zum Vorsehen der Kommunikationsverbindung mit variabler Datenrate von einer Übertragungseinheit.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, die ferner Mittel aufweist zum Wiederholen von wenigstens einem Datenbit des Datenrahmens.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**




- STAND DER TECHNIK -

FIG. 1




- STAND DER TECHNIK -

FIG. 4

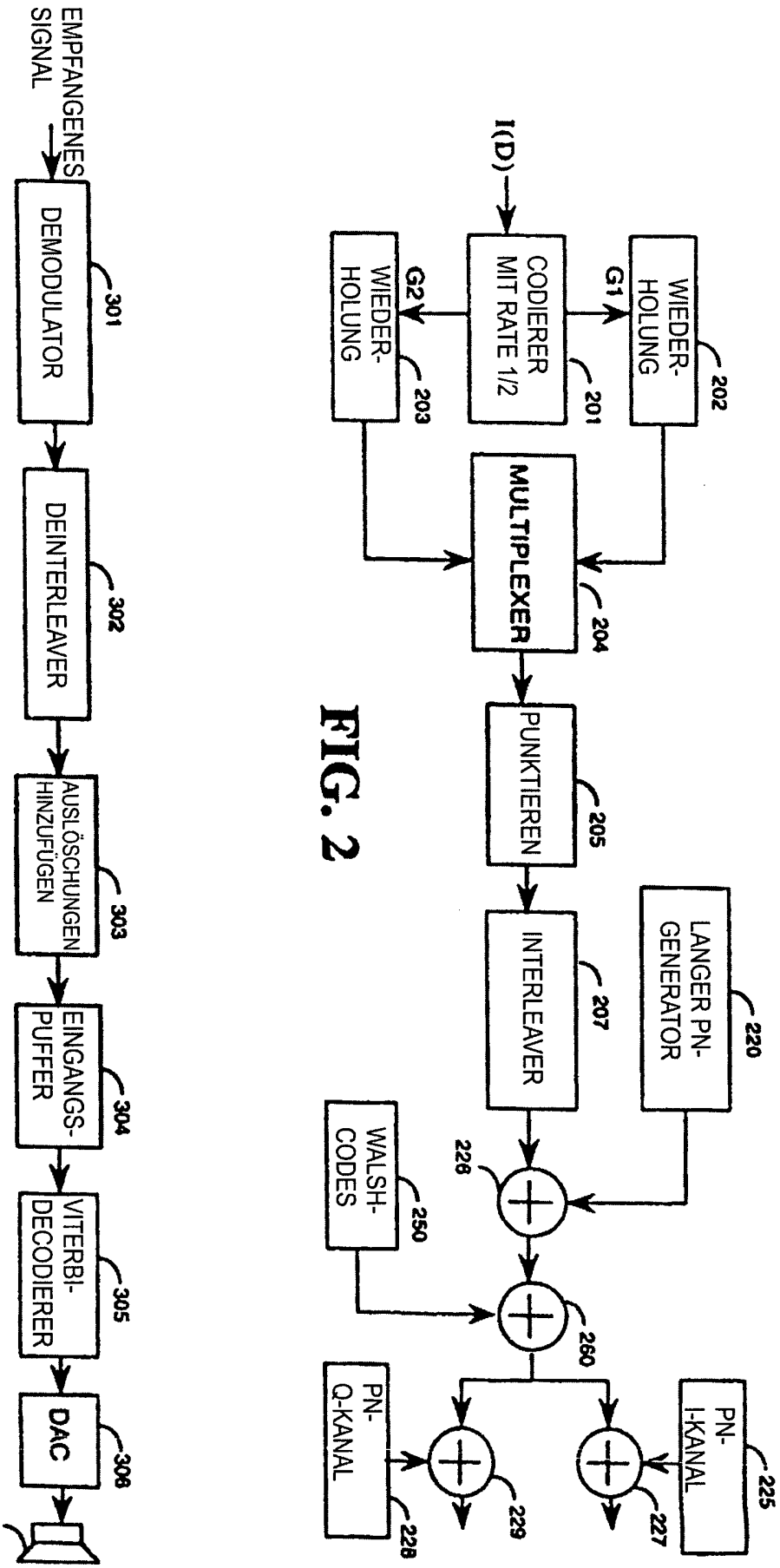

I(D)
CODIERER MIT RATE 1/2
201
G1
G2
WIEDER-HOLUNG
202
WIEDER-HOLUNG
203
MULTIPLEXER
204
PUNKTIEREN
205
INTERLEAVER
207
LANGER PN-GENERATOR
220
WALSH-CODES
250
226
260
PN-Q-KANAL
228
PN-I-KANAL
225
227
229

FIG. 2


EMPFANGENES SIGNAL
DEMODULATOR
301
DEINTERLEAVER
302
AUSLÖSCHUNGEN HINZUFÜGEN
303
EINGANGS-PUFFER
304
VITERBI-DECODIERER
305
DAC
306
307

FIG. 3

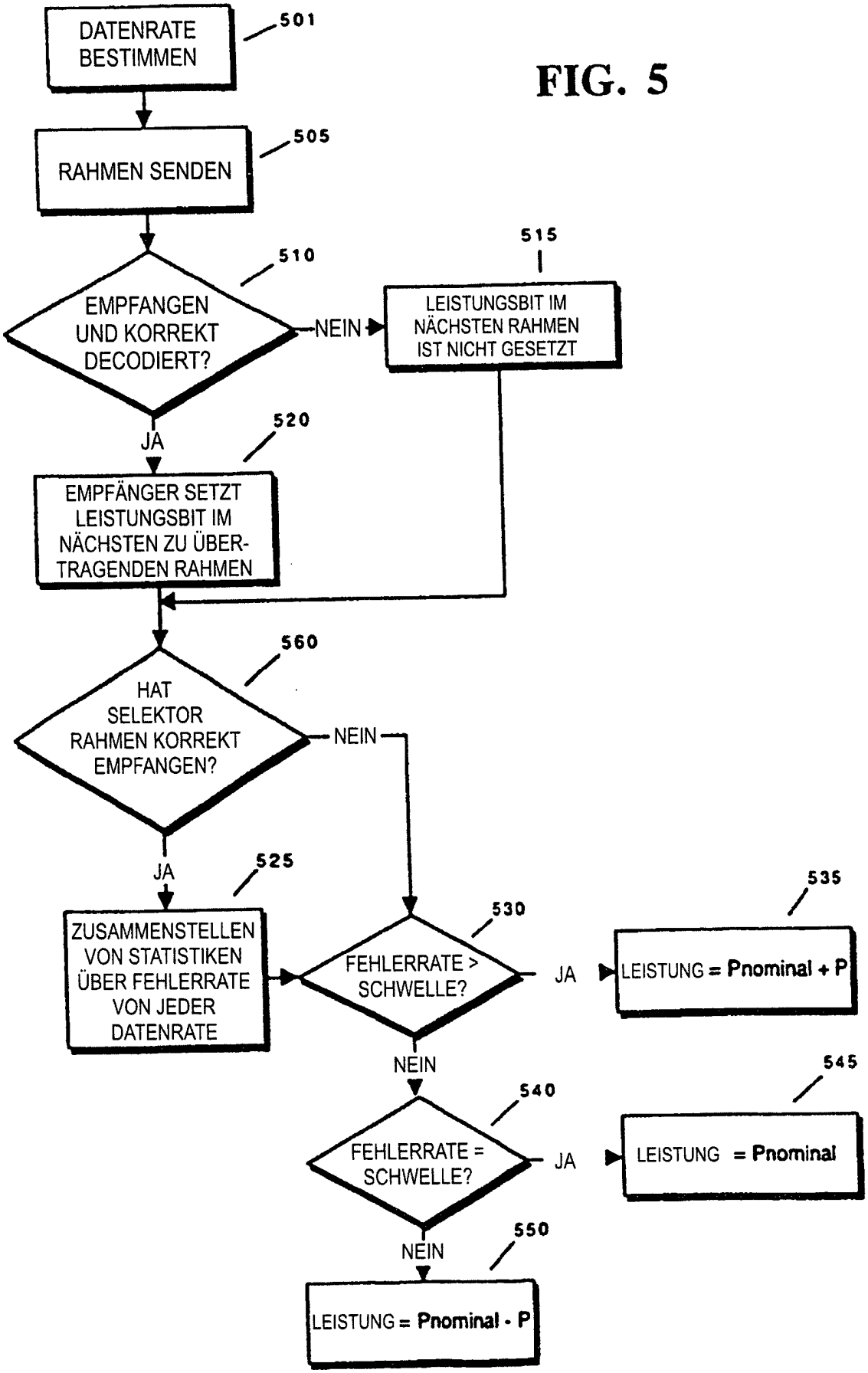

DATENRATE BESTIMMEN
501
RAHMEN SENDEN
505
EMPFANGEN UND KORREKT DECODIERT?
510
NEIN
LEISTUNGSBIT IM NÄCHSTEN RAHMEN IST NICHT GESETZT
515
JA
EMPFÄNGER SETZT LEISTUNGSBIT IM NÄCHSTEN ZU ÜBER-TRAGENDEN RAHMEN
520
HAT SELEKTOR RAHMEN KORREKT EMPFANGEN?
560
NEIN
JA
ZUSAMMENSTELLEN VON STATISTIKEN ÜBER FEHLERRATE VON JEDER DATENRATE
525
FEHLERRATE > SCHWELLE?
530
JA
LEISTUNG = Pnominal + P
535
NEIN
FEHLERRATE = SCHWELLE?
540
JA
LEISTUNG = Pnominal
545
NEIN
LEISTUNG = Pnominal - P
550

FIG. 5