



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 36 763 T2 2007.10.11

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 036 437 B1

(51) Int Cl.⁸: **H04B 7/005** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 36 763.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/25418**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 960 573.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/029048**

(86) PCT-Anmeldetag: **30.11.1998**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **10.06.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.09.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **27.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.10.2007**

(30) Unionspriorität:

984817 04.12.1997 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:

Qualcomm Inc., San Diego, Calif., US

(72) Erfinder:

PADOVANI, Roberto, San Diego, CA 92130, US

(74) Vertreter:

**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNGEN ZUR TERNÄREN LEISTUNGSREGELUNG IN EINEM KOMMUNIKATIONSSYSTEM**

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 eingelebt, 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

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Datenkommunikation. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein neues und verbessertes Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Vorsehen von Leistungssteuerung in einem Kommunikationssystem.

II. Beschreibung verwandter Technik

[0002] Die Verwendung der CDMA-Modulationstechnik ist eine von mehreren Techniken die zur Verfügung stehen, um Kommunikationen zu erleichtern, bei denen eine große Anzahl von Systemnutzern vorhanden ist. Andere Mehrfachzugriffs-Kommunikationssysteme, wie beispielsweise TDMA und FDMA sind in der Technik bekannt. Die Spreizspektrum-Modulationstechnik gemäß TDMA besitzt jedoch signifikante Vorteile gegenüber anderen Modulationstechniken für die Mehrfachzugriffs-Kommunikationssysteme. Die Verwendung von CDMA-Techniken in Mehrfachzugriffs-Kommunikationssystemen ist im US-Patent 4,901,307 beschrieben, und zwar unter dem Titel "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SA-TELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS". Dieses Patent ist auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen. Die Verwendung von CDMA-Techniken in einem Mehrfachzugriffs-Kommunikationssystem ist weiterhin im US-Patent 5,103,459 mit dem Titel "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING SIGNAL WAVE-FORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM" beschrieben. Dieses Patent ist ebenfalls auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen. Ferner kann das CDMA-System gemäß dem folgendem Standard ausgelegt sein: "TIA/EIA/IS-95 Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System". Dieser Standard wird im Folgenden als IS-95-Standard oder TIA/EIA/IS-95 bezeichnet.

[0003] Infolge seiner inhärenten Natur, ein Breitbandsignal zu sein, bietet CDMA eine Form einer Frequenzdiversität durch Spreizen der Signalenergie über eine große Bandbreite. Daher beeinflussen frequenzselektive Fadingeinflüsse nur einen kleinen Teil der CDMA-Bandbreite. Die Raum- oder Pfaddiversität wird dadurch erhalten, dass man Mehrfachsignalpfade vorsieht, und zwar durch gleichzeitige Verbindungen zu einem Mobilnutzer, oder einer entfernten Station durch zwei oder mehrere Basisstationen. Ferner kann Pfaddiversität dadurch erhalten werden, dass man die Mehrfachpfadumgebung ausnutzt, und zwar durch Spreizspektrumverarbeitung, wobei man zulässt, dass Signale die mit unterschiedlichen Fortpflanzungsverzögerungen ankommen, gesondert empfangen und verarbeitet werden. Beispiele der Pfaddiversität sind in den folgenden US-Patenten veranschaulicht: US-Patent Nr. 5,101,501 mit dem Titel "METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A SOFT HANDOFF IN COMMUNICATIONS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM" und US-Patent Nr. 5,109,390 mit dem Titel "DIVERSITY RECEIVER IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM". Beide Patente sind auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen.

[0004] Die Rückwärts- oder Umkehrverbindung (reverse link) bezieht sich auf eine Übertragung von einer entfernt gelegenen Station (remote station) zu einer Basisstation. Auf der Rückwärtsverbindung wirkt jede sendende oder übertragende Fernstation als eine Interferenz für andere entfernte Stationen im Netzwerk. Die Rückwärtsverbindungs Kapazität ist durch die Gesamtinterferenz infolge der Übertragungen von anderen entfernten Stationen begrenzt. Das CDMA-System erhöht die Rückwärtsverbindungs Kapazität dadurch, dass weniger Bits übertragen werden, wodurch weniger Leistung verbraucht wird, und die Interferenz reduziert wird, wenn der Nutzer nicht spricht.

[0005] Um die Interferenz zu minimieren und die Rückwärtsverbindungs Kapazität zu maximieren, wird die Übertragungs- oder Sendeleistung jeder Fernstation durch drei Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuerschleifen (Rückwärtsverbindungs-Leistungsregelungen) gesteuert bzw. geregelt. Die erste Leistungsregelschleife stellt die Sende- bzw. Übertragungsleistung der entfernt gelegenen Station ein, und zwar durch Einstellen der Sendeleistung umgekehrt proportional zur Leistung des empfangenen Vorwärtsverbindungssignals. In einem IS-95-System wird die Sendeleistung der entfernten Station, gegeben durch $p_{out} = -73 - p_{in}$, wobei p_{in} die Leistung ist, die durch die Fernstation empfangen wird, so angegeben in dBm, p_{out} ist die Sendeleistung der entfernten Station, angegeben in dBm, und -73 ist eine Konstante. Diese Leistungsregelschleife wird auch als die offene Schleife bezeichnet.

[0006] Die zweite Leistungssteuerschleife stellt die Sendeleistung der Fernstation derart ein, dass die Signal-

qualität, gemessen durch das Energie-pro-Bit-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnis E_b/I_0 des Rückwärtsverbindungssignals, empfangen an der Basisstation, auf einem vorbestimmten Pegel gehalten wird. Dieser Pegel wird als der E_b/I_0 -Einstellpunkt bezeichnet. Die Basisstation misst das E_b/I_0 des Rückwärtsverbindungssignals, empfangen an der Basisstation, und sendet ein Rückwärtsleistungssteuerbit zur Fernstation auf dem Vorwärtsverkehrskanal, ansprechend auf das gemessene E_b/I_0 . Für ein IS-95-Kommunikationssystem werden die Rückwärtsleistungssteuerbits 16 mal pro 20-ms-Rahmen geschickt, oder ein Leistungssteuerbit pro Leistungssteuergruppe für eine effektive Rate von 800 bps. Der Vorwärtsverkehrskanal führt die Rückwärtsleistungssteuerbits zusammen mit den Daten von der Basisstation zur Fernstation. Diese zweite Schleife wird auch als die geschlossene Schleife bezeichnet.

[0007] Das CDMA-Kommunikationssystem überträgt typischerweise Pakete aus Daten (Datenpakete) als diskrete Datenrahmen. Auf diese Weise wird der Performancepegel typischerweise durch die Rahmenfehlerrate (FER = frameerror-rate) gemessen. Die dritte Leistungssteuerschleife stellt den E_b/I_0 -Einstellpunkt derart ein, dass der gewünschte Performancepegel, gemessen durch die FER, aufrechterhalten bleibt. Das erforderliche Verhältnis E_b/I_0 zur Aufrechterhaltung einer gegebenen FER hängt von den Fortpflanzungsbedingungen ab. Diese dritte Schleife wird auch als die äußere Schleife bezeichnet. Der Leistungssteuermechanismus für die Rückwärtsverbindung ist im Einzelnen im US-Patent 5,056,109 offenbart. Dieses Patent hat den Titel "METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING TRANSMISSION POWER IN A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM" und ist auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen.

[0008] Die Vorwärtsverbindung bezieht sich auf eine Übertragung oder Sendung von einer Basisstation zur entfernt gelegenen Station. Auf der Vorwärtsverbindung wird die Sendeleistung der Basisstation aus verschiedenen Gründen gesteuert. Eine hohe Sendeleistung von der Basisstation kann übermäßige Interferenz mit anderen Signalen, empfangen von den entfernt gelegenen Stationen, verursachen. Wenn alternativ die Sendeleistung der Basisstation zu niedrig ist, so können die entfernt gelegenen Stationen fehlerhafte Datenübertragungen oder Datensendungen empfangen. Das terrestrische Kanalfading und andere bekannte Faktoren können die Qualität des Vorwärtsverbindungssignals, empfangen durch die entfernt gelegene Station, beeinflussen. Infolgedessen versucht jede Basisstation ihre Sendeleistung derart einzustellen, dass der gewünschte Pegel oder das gewünschte Niveau der Performance an der Fernstation, d.h. der entfernt gelegenen Station, aufrechterhalten bleibt.

[0009] Die Leistungssteuerung auf der Vorwärtsverbindung ist insbesondere für Datensendungen wichtig. Die Datenübertragung oder die Datensendung ist typischerweise asymmetrisch, wobei die auf der Vorwärtsverbindung übertragene Datenmenge größer ist als die auf der Rückwärtsverbindung. Durch einen effektiven Leistungssteuermechanismus auf der Vorwärtsverbindung, wobei die Sendeleistung zur Aufrechterhaltung des gewünschten Pegels der Performance gesteuert wird, kann die gesamte Vorwärtsverbindungskapazität verbessert werden.

[0010] Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Vorwärtsverbindungs-Sendeleistung ist in der US-Patentanmeldung Nr. 08/414,633 beschrieben. Diese Anmeldung trägt den Titel "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING FAST FORWARD POWER CONTROL IN A MOBILE COMMUNICATION SYSTEM", eingereicht am 31. März 1995 und übertragen auf die Inhaberin der vorliegenden Erfindung. In dem in dieser US-Patentanmeldung beschriebenen Verfahren überträgt die Fernstation eine Fehleranzeigebitnachricht (EIB = error-indicator-bit) an die Basisstation, wenn ein fehlerhafter gesendeter Datenrahmen empfangen wird. Das EIB kann entweder ein Bit sein, welches in dem Rückwärtsverkehrskanalrahmen enthalten ist, oder eine gesonderte oder separate Nachricht, gesendet auf dem Rückwärtsverkehrskanal. Ansprechend auf die EIB-Nachricht erhöht oder verringt die Basisstation ihre Sendeleistung zur Fernstation.

[0011] Einer der Nachteile dieses Verfahrens ist die lange Ansprechzeit. Die Verarbeitungsverzögerung umfasst das Zeitintervall von der Zeit, wo die Basisstation den Rahmen mit nicht ausreichender Leistung überträgt, bis zu der Zeit, wo die Basisstation ihre Sendeleistung einstellt, und zwar ansprechend auf die Fehlernachricht von der Fernstation. Diese Verarbeitungsverzögerung umfasst die Zeit, die erforderlich ist für (1) die Übertragung des Datenrahmens mit nicht ausreichender Leistung von der Basisstation, (2) den Empfang des Datenrahmens durch die Fernstation, (3) die Detektion des Rahmenfehlers (beispielsweise eine Rahmenlöschung) durch die Fernstation, (4) die Übertragung der Fehlernachricht zur Basisstation durch die Fernstation und (5) den Empfang der Fehlernachricht und die entsprechende Einstellung der Sendeleistung durch die Basisstation. Der Vorwärtsverkehrskanalrahmen muss empfangen werden, demoduliert und decodiert werden, bevor die EIB-Nachricht erzeugt wird. Sodann muss der Rückwärtsverkehrskanalrahmen, der die EIB-Nachricht trägt, erzeugt werden, codiert werden, übertragen werden, decodiert werden und verarbeitet werden, bevor das Bit verwendet werden kann, um die Sendeleistung des Vorwärtsverkehrskanals einzustellen.

[0012] Typischerweise ist der gewünschte oder Sollpegel der Performance 1 % FER. Daher überträgt im Durchschnitt die Fernstation eine Fehlermeldung, die eine Anzeige für den Rahmenfehler bildet, alle 100 Rahmen. Entsprechend dem IS-95-Standard ist jeder Rahmen 20 ms lang. Diese Art einer auf EIB-basierenden Leistungssteuerung arbeitet gut bei der Einstellung der Vorwärtsverbindungs-Sendeleistung um Abschattungszustände zu handhaben, ist aber infolge der langsamen Geschwindigkeit nicht effektiv beim Fading mit Ausnahme der langsamsten Fadingzustände.

[0013] Ein zweites Verfahren zur Steuerung der Vorwärtsverbindungs-Sendeleistung verwendet das E_b/I_0 des Empfangssignals an der Fernstation. Da das FER abhängig von dem E_b/I_0 des Empfangssignals ist, kann ein Leistungssteuermechanismus derart ausgelegt werden, dass das E_b/I_0 auf dem gewünschten Niveau gehalten wird. Diese Auslegung oder diese Instruktion erfährt dann Schwierigkeiten, wenn Daten auf der Vorwärtsverbindung mit variablen Raten übertragen werden. Auf der Vorwärtsverbindung wird die Sendeleistung abhängig von der Datenrate des Datenrahmens eingestellt. Bei niedrigeren Datenraten wird jedes Datenbit über eine längere Zeitperiode übertragen, und zwar durch Wiederholung des Modulationssymbols, wie dies in TIA/EIA/IS-95 beschrieben ist. Die Energie-pro-Bit E_b ist die Akkumulation der empfangenen Leistung über eine Ein-Bit-Zeitperiode und wird erhalten durch Akkumulieren oder Ansammeln der Energie in jedem Modulationssymbol. Für eine äquivalente Größe von E_b kann jedes Datenbit mit proportional weniger Sendeleistung mit den niedrigeren Datenraten übertragen werden. Typischerweise weiß die Fernstation nicht die Senderate a priori und kann nicht die empfangene Energie-pro-Bit E_b berechnen, bis der gesamte Datenrahmen demoduliert, decodiert und die Datenrate des Datenrahmens bestimmt ist. Somit ist die Verzögerung dieses Verfahrens ungefähr die, wie sie in der oben genannten US-Patentanmeldung Seriennr. 08/414,633 beschrieben ist, und die Rate ist eine Leistungssteuerungsnachricht pro Rahmen. Dies ist im Gegensatz zu dem Rückwärtsverbindungsleistungs-Steuermechanismus, der oben beschrieben wurde, wo eine Leistungssteuernachricht (Bit) 16 mal pro Rahmen gesendet wird, wie dies durch TIA/EIA/IS-95 spezifiziert ist.

[0014] Andere Verfahren und Vorrichtungen zur Durchführung der schnellen Vorwärtsverbindungs-Leistungssteuerung sind in den folgenden Dokumenten beschrieben: der erwähnten US-Patentanmeldung Seriennr. 08/414,633 und der US-Patentanmeldung Seriennr. 08/559,386 und zwar mit dem Titel "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING FAST FORWARD POWER CONTROL IN A MOBILE COMMUNICATION SYSTEM", eingereicht am 15. November 1995, sowie auch der US-Patentanmeldung Seriennr. 08/722,763 mit dem Titel "METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING LINK QUALITY IN A SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEM", eingereicht am 27. September 1996. Ferner sei auf folgende Dokumente hingewiesen: US-Patentanmeldung Seriennr. 08/710,335 mit dem Titel "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING DISTRIBUTED FORWARD POWER CONTROL", eingereicht am 16. September 1996 und US-Patentanmeldung Seriennr. 08/752,860 mit dem Titel "ADJUSTMENT OF POWER CONTROL THRESHOLD/MEASUREMENTS BY ANTICIPATING POWER CONTROL COMMANDS THAT HAVE NOT BEEN EXECUTED", eingereicht am 20. November 1996. Alle die in diesem Abschnitt genannten Anmeldungen sind auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen.

[0015] Für IS-95-Systeme ist der fundamentale Unterschied zwischen den Vorwärts- und Rückwärtsverbindungen der, dass die Übertragung- oder Senderate auf der Rückwärtsverbindung nicht bekannt sein muss. Wie in dem oben genannten US-Patent Nr. 5,056,109 beschrieben, überträgt bei niedrigeren Raten die Fernstation nicht kontinuierlich. Wenn die Fernstation überträgt bzw. sendet, so sendet die Fernstation auf dem gleichen Leistungspegel unter Verwendung der gleichen Wellenformstruktur, unabhängig von der Senderate. Die Basisstation bestimmt den Wert des Leistungssteuerbits, basierend auf der E_b/I_0 -Messung des empfangen Rückwärtsverbindungssignals und sendet dieses Leistungssteuerbit zu der Fernstation 16 mal pro Rahmen. Die Basisstation kann die Leistungssteuerbits entsprechend den Zeiten, wenn die Fernstation nicht sendet, ignorieren. Dies gestattet eine schnelle Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuerung. Die effektive Leistungssteuerrate verändert sich jedoch mit der Senderate. Für TIA/EIA/IS-95 ist die Rate 800 bps für Voll-Raten-Rahmen und 100 bps für 1/8-Raten-Rahmen.

[0016] Eine alternative Rückwärtsverbindungsarchitektur ist in der US-Patentanmeldung Seriennr. 08/654,443 mit dem Titel "HIGH DATA RATE CDMA WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM", eingereicht am 28. Mai 1996 beschrieben, wobei diese Anmeldung auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen ist. Entsprechend der Patentanmeldung Seriennr. 08/654,443 wird ein Hilfspilot auf der Rückwärtsverbindung eingeführt. Der Pilotpegel ist unabhängig von der Senderate auf der Rückwärtsverbindung. Dies gestattet der Basisstation das Messen des Pilotpegels und das Senden des Rückwärtsleistungssteuerbits an die Fernstation mit einer konstanten Rate.

[0017] Diese verschiedenen Verfahren zum Vorsehen der Leistungssteuerung der Vorwärts- und Rückwärts-

verbindungen gemäß dem Stand der Technik, verwenden den Ein-Bit-Steuerbefehl, um die Quelleneinheit (Fernstation oder Basisstation) anzuleiten, ihre Sendeleistung zu erhöhen oder zu vermindern, und zwar abhängig von dem gemessenen E_b/I_0 des Empfangssignals an der Empfangseinheit (Basisstation oder Fernstation). Der Ein-Bit-Befehl minimiert die Anzahl der Bits, die für die Leistungssteuerfunktion übertragen werden, auf welche Weise der durch das System geforderte "Overhead" minimiert wird, und mehr Ressourcen für die Datenübertragung vorhanden bleiben. Der Ein-Bit-Befehl verursacht jedoch inhärenter Weise das Kippen (oder begrenztes "Zyklen") der Leistungssteuerung, da die Sendeleistung entweder erhöht oder vermindert wird, und zwar bei jeder Leistungssteuergruppe, abhängig von dem empfangenen Wert des Leistungssteuerbits. Ferner kann infolge der Verarbeitungs- oder Processingverzögerung die Sendeleistung in der falschen Richtung für mehrere Leistungssteuergruppen eingestellt werden, bevor die Korrektur durchgeführt wird, wodurch die Einwirkung auf das "Limit Cycling" vergrößert wird. Das "Limit Cycling" kann die Effizienz und die Performance des Kommunikationssystems reduzieren. Es wird ein Verfahren benötigt, um die Sendeleistung jeder Quelleneinheit (source unit) zu steuern, und zwar durch Verwendung einer minimalen Anzahl von Bits, während das "Limit Cycling" oder Grenzzyklen der Sendeleistung, was inhärent mit einem Ein-Bit-Leistungssteuermechanismus ist, reduziert oder eliminiert wird.

[0018] US-A-5,603,096 beschreibt ein Verfahren, welches ein mobiles HF-Telefon in die Lage versetzt, mit einem 100%-Duty-Cycle zu arbeiten, wobei eine Leistungsregelung vorgesehen ist. Eine Basisstation misst das Signal-zu-Rausch-Verhältnis des Signals von dem Mobiltelefon und vergleicht das Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR) mit den SNR-Schwellenwerten, die die Basisstation für jede Datenrate besitzt, bei der das Mobiltelefon in der Lage ist zu senden. Die Basisstation erzeugt sodann Leistungssteuerbefehle, um die Mobilstation oder das Mobiltelefon zu instruieren bzw. diesem zu befehlen, seine Leistung zu ändern, und zwar abhängig von dem Resultat der Vergleiche.

Zusammenfassung der Erfindung

[0019] Die vorliegende Erfindung, wie sie in den beigefügten Ansprüchen definiert ist, bezieht sich auf ein neues und verbessertes Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Vorsehen der Leistungssteuerung in einem Kommunikationssystem, welches ein ternäres Signalisierungsschema verwendet. Die vorliegende Erfindung verbessert die Performance des Kommunikationssystems dadurch, dass die Grenzzyklen, welche einem binären Signalisierungsschema inhärent sind, reduziert werden. In dem beispielhaften Ausführungsbeispiel werden die Leistungssteuer- bzw. Leistungssteuerungswerte (wobei jeder einen von drei möglichen Werten besitzt) auf die Daten punktiert, um die Ansprechzeit der Leistungsregelschleife zu verbessern, und um eine dynamische Einstellung der Sendeleistung zu gestatten. Der Leistungssteuermechanismus der vorliegenden Erfindung kann auf der Vorwärtsverbindung und/oder der Rückwärtsverbindung benutzt werden. Aus Gründen der Einfachheit jedoch wird die vorliegende Erfindung im Zusammenhang mit der Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuerung beschrieben.

[0020] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung ein ternäres Leistungssteuer-Signalisierungsschema vorzusehen. In dem beispielhaften ternären Signalisierungsschema wird ein Leistungserhöhungsbefehl bzw. Leistung-Rauf-Befehl (power up command) durch einen positiven Wert (beispielsweise +1) bezeichnet, ein Leistungsabsenkungsbefehl bzw. Leistung-Runter-Befehl wird durch einen negativen Wert (beispielsweise -1) bezeichnet, und ein "Tue-Nichts-Befehl" wird durch eine Null repräsentiert. Das ternäre Signalisierungsschema minimiert die Anzahl der Bits, die für die Leistungssteuerfunktion zugewiesen oder eingeteilt sind, und auf diese Weise werden größere Ressourcen für die Datenübertragung reserviert.

[0021] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Performance oder Leistungsfähigkeit des Kommunikationssystems dadurch zu verbessern, dass man Grenzzyklen (limit cycling) in der Leistungsregelschleife reduziert oder eliminiert. In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist ein Leistungssteuer- oder Regelwert einen Leistungserhöhungs-, einen Leistungsherabsetzungs- oder einen Tue-Nichts-Befehl auf. Wenn in dem exemplarischen Ausführungsbeispiel die Qualität des Empfangssignals (beispielsweise gemessen durch das Energie-pro-Bit-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnis E_b/I_0) innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt, so sendet die Basisstation den Tue-Nichts-Befehl. Der Tue-Nichts-Befehl minimiert das einem binären Signalisierungsschema inhärente Grenzzyklen. Der Tue-Nichts-Befehl minimiert auch Veränderungen in der Sendeleistung der Fernstation infolge der E_b/I_0 -Messunsicherheit des an der Basisstation empfangenen Signals.

[0022] Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, die Ansprechzeit der Leistungsregelschleife zu verbessern. In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel werden die Leistungssteuerungswerte zu der Fernstation ohne Codierung übertragen. Ferner werden die Leistungssteuerungswerte auf die codierten Daten punktiert.

An der Fernstation können die Leistungssteuerungswerte demoduliert und schnell detektiert werden, ohne den langen Decodierprozess zu erfahren. Die schnelle Ansprechzeit verbessert die Performance der Leistungsregelschleife und kann eine verbesserte Leistungsfähigkeit oder Performance und eine erhöhte Kapazität des Kommunikationssystems zur Folge haben.

[0023] Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, einen Leistungssteuer- oder Regelmechanismus vorzusehen, der eine Übergabe (handoff) unterstützt. Die Fernstation kann in einer weichen Übergabe mit Mehrfachbasisstationen stehen, und identische oder nicht-identische Leistungssteuerungswerte von den Basisstationen empfangen. An der Fernstation werden die übertragenen Leistungssteuerungswerte empfangen, demoduliert und gefiltert. Identische Leistungssteuerwerte von Mehrfachbasisstationen oder Mehrfachsignalpfaden werden zur Erzeugung einer verbesserten Messung des Leistungssteuer- oder Regelwertes kombiniert. Jeder unabhängige Leistungsregelwert wird mit einem Satz von Schwellen verglichen, um den entsprechenden empfangenen Leistungssteuerwert zu erzeugen. Die empfangenen Leistungssteuer- oder -regelwerte von allen Basisstationen, die in Verbindung stehen mit der Fernstation, werden sodann logisch derart kombiniert, dass die Fernstation ihre Sendeleistung reduziert, wenn irgendeine Basisstation einen Leistungsabsenkungsbefehl schickt, wobei die Fernstation nichts tut, wenn keine der Basisstationen einen Leistungsabsenkungsbefehl schickt, und mindestens eine Basisstation einen Tue-Nichts-Befehl schickt, und wobei ferner die Fernstation die Sendeleistung dann erhöht, wenn sämtliche Basisstationen Leistungserhöhungsbefehle schicken.

[0024] Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, einen zuverlässigen Leistungsregelmechanismus vorzusehen. Die Rückwärtsleistungssteuerbits, die als unzuverlässig angesehen werden, können von der Benutzung in der Leistungssteuer- bzw. -regelschleife weggelassen werden, beispielsweise durch Beibehaltung der Sendeleistung.

[0025] Obwohl die vorliegende Erfindung für die Rückwärtsverbindungs-Leistungsregelung bzw. -steuerung beschrieben wurde, kann das erfindungsgemäße Konzept zur Gänze für die Verwendung in einer Vorwärtsverbindungs-Leistungsregelung adaptiert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0026] Merkmale, Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich deutlicher aus der detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen, in denen die gleichen Bezugszeichen zur Identifizierung entsprechender Mittel verwendet werden. In der Zeichnung zeigt:

[0027] [Fig. 1](#) ein Diagramm des Kommunikationssystems der vorliegenden Erfindung, wobei eine Vielzahl von Basisstationen dargestellt ist, die mit einer Fernstation in Verbindung bzw. Kommunikation sind;

[0028] [Fig. 2](#) ein exemplarisches Blockdiagramm der Basisstation und der Fernstation;

[0029] [Fig. 3](#) ein beispielhaftes Blockdiagramm des Vorwärtsverkehrskanals;

[0030] [Fig. 4](#) ein exemplarisches Blockdiagramm des Demodulators innerhalb der Fernstation;

[0031] [Fig. 5](#) ein beispielhaftes Blockdiagramm des Leistungsregel- oder -steuerprozessors innerhalb der Fernstation;

[0032] [Fig. 6](#) ein exemplarisches Blockdiagramm des Leistungsdetektors innerhalb der Basisstation; und

[0033] [Fig. 7](#) ein exemplarisches Zeitsteuerdiagramm der Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuersignale.

[0034] Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele Gemäß der vorliegenden Erfindung überträgt bzw. sendet die Basisstation die Rückwärtsleistungssteuer- oder -regelwerte zusammen mit den Daten auf dem Vorwärtsverkehrskanal. Die Rückwärtsleistungssteuer- oder -regelwerte werden durch die Fernstation dazu verwendet, ihre Sendeleistung zu steuern bzw. zu regeln, um das gewünschte Performance- oder Leistungsfähigkeitsniveau (beispielsweise eine vorbestimmte Rahmenfehlerrate FER (FER = frame-error-rate)) an der Basisstation aufrechtzuerhalten, während gleichzeitig die Interferenz mit anderen Fernstationen im Netzwerk minimiert wird. In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel weist jeder Leistungssteuer- oder -regelwert Folgendes auf: einen Leistungserhöhungsbefehl (beispielsweise +1), einen Leistungsabsenkungsbefehl (beispielsweise -1) oder einen Tue-Nichts-Befehl (beispielsweise 0). In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel sind zur Minimierung der Verarbeitungsverzögerungen die Leistungssteuerwerte nicht codiert, und sie

sind auf die Daten (vgl. [Fig. 3](#)) aufpunktiert. In diesem Sinne ist das Punktieren bzw. Aufpunktiieren ein Verfahren wodurch eines oder mehrere Codesymbole durch den Leistungssteuerwert ersetzt sind.

[0035] In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel misst die Basisstation die Qualität des empfangenen Rückwärtsverbindungssignals, entsprechend dem Verfahren wie es im US-Patent 5,506,109 beschrieben ist. In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel wird die Qualität des empfangenen Rückwärtsverbindungssignals durch ein gemessenes Verhältnis E_b/I_0 angezeigt. In dem alternativen Ausführungsbeispiel kann die Qualität des Rückwärtsverbindungssignals, wie es an der Basisstation empfangen wird, durch Messen der Amplitude des Rückwärtsverbindungs-Pilotsignals oder des Vorwärtsleistungssteuerbits (wenn eines verwendet wird), welches durch die Fernstation gesendet wird, bestimmt werden. In diesem alternativen Ausführungsbeispiel wird die Qualität der Datenbits nicht direkt gemessen, sondern aus der gemessenen Amplitude des Rückwärtsverbindungs-Pilotsignals oder der Vorwärtsleistungssteuerbits abgeleitet. Dies ist vernünftig, da die Vorwärtsleistungssteuerbits und das Rückwärtsverbindungssignal in gleicher Weise durch die Änderungen in der Fortpflanzungsumgebung beeinflusst werden. Das alternative Ausführungsbeispiel arbeitet dann gut, wenn die Amplitude der Datenbits auf einem bekannten Verhältnis zur Amplitude des Pilotsignals oder der Vorwärtsleistungssteuerbits gehalten wird. Andere Verfahren zur Messung der Qualität des Rückwärtsverbindungssignals an der Basisstation können verwendet werden und liegen innerhalb des Rahmens der Erfindung.

[0036] In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel vergleicht die Basisstation die gemessenen E_b/I_0 -Werte mit einem Satz von Einstellpunkten, welche einen ersten und einen zweiten Satz (gesetzten Punkt) umfassen. Wenn das gemessene E_b/I_0 -Verhältnis oberhalb des ersten gesetzten Punkts liegt, so gibt die Basisstation einen Leistungsabsenkungsbefehl aus. Wenn das gemessene E_b/I_0 unterhalb des zweiten gesetzten Punktes (Einstellpunktes) liegt, so gibt die Basisstation einen Leistungserhöhungsbefehl aus. Wenn schließlich das gemessene E_b/I_0 zwischen den ersten und zweiten gesetzten Punkten liegt, so gibt die Basisstation einen Tue-Nichts-Befehl aus. Die gesetzten Punkte können eingestellt werden, und zwar basierend auf einem Satz von Parametern, einschließlich der Performanceanforderung des Systems und der Messunsicherheit des empfangenen Rückwärtsverbindungssignals.

[0037] In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel wird ein Leistungssteuerwert zu einer entsprechenden Fernstation für jede Leistungssteuer- oder -regelgruppe übertragen. Für ein beispielhaftes IS-95-Kommunikationssystem hat jede Leistungssteuergruppe 1,25 ms Dauer. Die Übertragung der Leistungssteuer- oder -regelwerte mit gleichmäßig beabstandeten Intervallen kann dazu führen, dass die Basisstation Leistungssteuerwerte gleichzeitig zu den mehrfachen Fernstationen aussendet. Dies kann eine Spitze in der Sendeleistung verursachen, was möglicherweise die Kapazität reduzieren kann. Um dies zu vermeiden, können die Leistungssteuerwerte pseudozufällig (pseudo-randomly) innerhalb der Leistungssteuergruppe positioniert werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dass man die Leistungssteuergruppe in eine vorbestimmte Anzahl von Positionen (beispielsweise 24 für die IS-95-Systeme) unterteilt und pseudozufällig (beispielsweise mit einer langen PN-Sequenz) die Position auswählt, in der der Leistungssteuerwert zu punktieren ist. Für IS-95-Systeme wird nur eine der ersten 16 Positionen innerhalb der Leistungssteuergruppe als eine Startposition des Leistungssteuerwerts ausgewählt, und die letzten 8 Positionen werden nicht ausgewählt.

[0038] In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel werden die Leistungssteuerwerte unter Verwendung eines ternären Signalisierungsschemas übertragen, und zwar mit beispielhaften Werten wie oben beschrieben (beispielsweise +1, 0, -1). Durch die Verwendung eines ternären Signalisierungsschemas kann es nicht notwendig sein, die Position der Leistungssteuerwerte zu "verzufallen" (randomize). Vorzugsweise dadurch, dass man die Leistungssteuerwerte in dem früheren Teil der Leistungssteuergruppe platziert, kann es möglich sein, die Verarbeitungsverzögerung der Leistungsregelschleife zu reduzieren und dadurch die Performance oder Leistungsfähigkeit zu verbessern. Die Leistungssteuerwerte können jedoch in verschiedenen Stellen der Leistungssteuergruppe platziert werden, um andere Systembetrachtungen zu berücksichtigen, wobei dies wiederum im Rahmen der Erfindung liegt.

[0039] An der Fernstation wird der Sendeleistungsregelwert empfangen, demoduliert und verarbeitet. Insbesondere werden die demodulierten Leistungssteuersymbole über die Dauer eines Leistungssteuerwertes akkumuliert. Als nächstes werden die Leistungssteuerwerte von Mehrfachbasisstationen oder Mehrfachpfaden akkumuliert. Jeder resultierende unabhängige Leistungssteuerwert wird sodann mit einem Satz von Schwellen verglichen, um einen entsprechenden empfangenen Leistungssteuerwert vorzusehen, und zwar mit einem Wert von entweder +1, 0 oder -1. Die empfangenen Leistungssteuerwerte, einer für jeden unabhängigen Leistungssteuerwert, werden sodann logisch kombiniert, um einen einzigen Leistungssteuerbefehl zu liefern, der die Fernstation leitet ihre Sendeleistung zu vermindern, wenn irgendeine Basisstation einen Leistungsabsenkungsbefehl ausgibt, nichts zu tun, wenn keine der Basisstationen einen Leistungsabsenkungsbefehl ausgibt,

und mindestens eine Basisstation einen Tue-Nichts-Befehl abgibt, und ihre Sendeleistung zu erhöhen, wenn alle Basisstationen Leistungserhöhungsbefehle ausgeben.

[0040] Typischerweise werden die Rückwärtsleistungssteuerwerte zur Fernstation mit einem niedrigen Sendeleistungspegel übertragen. Ferner können die Leistungssteuerwerte von Mehrfachbasisstationen innerhalb des Kommunikationssystems übertragen werden. Eine genauere Messung der Amplitude der Leistungssteuerwerte kann dadurch erhalten werden, dass man die Leistungssteuerwerte von verschiedenen Basisstationen oder Mehrfachpfaden der gleichen Basisstation empfängt, die Phase und Amplitude der Leistungssteuerwerte entsprechend der Phase und der Amplitude des Pilotsignals von der entsprechenden Basisstation oder des Mehrfachpfads einstellt, und die eingestellte Amplitude der Leistungssteuerwerte filtert. Die gefilterte Amplitude der Leistungssteuerwerte kann kombiniert werden, wenn zweckmäßig, und kann verwendet werden um die Sendeleistung der Fernstation derart zu steuern, dass die Qualität des empfangenen Rückwärtsverbindungssignals an der Basisstation auf dem gewünschten Pegel gehalten wird.

[0041] Um die Effektivität des Leistungssteuermechanismus zu verbessern, beispielsweise um das langsame Fading in dem Kanal zu bekämpfen, ist die Leistungsregelschleife derart ausgelegt, dass sie bei einer hohen Rate arbeiten kann. In dem beispielhaften IS-95-System werden die Leistungsregel- oder -steuerwerte mit 800 bps übertragen. Somit kann die Sendeleistung der Fernstation mit Raten bis zu 800 mal pro Sekunde eingestellt werden. Da jedoch die Leistungssteuerwerte nicht codiert gesendet werden, und mit minimaler Energie, können einige Leistungssteuerwerte nicht in zufrieden stellender Weise an der Fernstation empfangen werden. Eine Fernstation kann wählen irgendeinen Leistungssteuerwert zu ignorieren, den sie als nicht hinreichend zuverlässig ansieht.

[0042] In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel werden zur Minimierung der Verarbeitungsverzögerung die Leistungsregelwerte ohne Codierung übertragen, und auf die Daten punktiert. Für ein Nachrichten- oder Kommunikationssystem wo ein höheres Niveau an Zuverlässigkeit erforderlich ist, können die Leistungssteuerwerte zusammen mit den Daten codiert werden, oder mit einem gesonderten Code, vorgesehen gerade für die Leistungssteuerwerte. Die Verwendung des Codierens zur Verbesserung der Zuverlässigkeit der empfangenen Leistungssteuerwerte liegt innerhalb des Rahmens der Erfindung.

[0043] Aus Gründen der Einfachheit wird die vorliegende Erfindung im Zusammenhang mit der Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuerung beschrieben, wo die Basisstation den Fernstationen befiehlt, ihre entsprechende Sendeleistung einzustellen. Der Fachmann erkennt ohne weiteres, dass die vorliegende Erfindung auf die Vorwärtsverbindungs-Leistungssteuerung bzw. -regelung angewandt werden kann. Somit liegt die Vorwärtsverbindungs-Leistungssteuerung, unter Verwendung des hier beschriebenen erfinderischen Konzepts, innerhalb des Rahmens der vorliegenden Erfindung.

1. Schaltungsbeschreibung

[0044] Es sei nunmehr auf die Figuren Bezug genommen, wo [Fig. 1](#) ein exemplarisches Kommunikationssystem der Erfindung veranschaulicht, welches mehrere bzw. Mehrfachbasisstationen **4** aufweist, und zwar in Verbindung mit mehreren bzw. Mehrfachfernstationen **6** (wobei nur eine Fernstation **6** aus Gründen der Einfachheit dargestellt ist). Ein Systemcontroller (Systemsteuervorrichtung) **2** stellt die Verbindung zu sämtlichen Basisstationen **4** im Kommunikationssystem her, und auch dem öffentlichen Telefonnetzwerk (PSTN) **B**. Der Systemcontroller **2** koordiniert die Kommunikation oder Nachrichtenübertragung zwischen Benutzern, verbunden mit dem PSTN **8** und Benutzern an Fernstationen **6**. Die Datenübertragung von der Basisstation **4** zur Fernstation **6** erfolgt auf der Vorwärtsverbindung durch die Signalpfade **10** und die Übertragung von der Fernstation **6** zur Basisstation **4** erfolgt auf der Rückwärtsverbindung durch die Signalpfade **12**. Der Signalpfad kann ein gerader Pfad sein, wie beispielsweise Signalpfad **10a** oder ein Reflektionspfad, wie beispielsweise Signalpfad **14**. Der Reflektionspfad **14** wird dann geschaffen, wenn das Signal, gesendet von der Basisstation **4a**, von einer Reflektionsquelle **16** reflektiert wird, und an der Fernstation **6** durch einen unterschiedlichen Pfad als den Sichtlinienpfad **10a** ankommt. Obwohl die Reflektionsquelle **16** in [Fig. 1](#) als ein Block dargestellt ist, ist die Quelle **16** das Ergebnis von Umgebungsteilen in denen die Fernstation **6** arbeitet, beispielsweise ein Gebäude oder andere Strukturen.

[0045] Ein exemplarisches Blockdiagramm der Basisstation **4** und der Fernstation **6** der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 2](#) gezeigt. Die Datenübertragung auf der Vorwärtsverbindung kommt von der Datenquelle **20**, die die Daten zum Codierer **22** liefert. Ein beispielhaftes Blockdiagramm des Codierers **22** ist in [Fig. 3](#) gezeigt. Innerhalb des Codierers **22** codiert der Kanalcodierer **212** die Daten entsprechend dem Codierformat des Systems. Für ein beispielhaftes IS-95-System führt der Kanalcodierer **212** die CRC-Codierung aus, ferner die Co-

de-Terminierungsbitaufhängung (code tail bit insertion), das Faltungscodieren (convolutional encoding) und die Symbolwiederholung, wie dies in dem US-Patent Nr. 5,103,359 beschrieben ist. Die resultierenden Symbole werden an den Blockinterleaver **214** geliefert, der die Symbole wieder ordnet und die interleavten Daten an den Modulator (MOD) **24** liefert.

[0046] Ein exemplarisches Blockdiagramm des Modulators **24**, der dem IS-95-Standard genügt, ist in [Fig. 3](#) gezeigt. Innerhalb des Modulators **24** werden die verschachtelten (interleaved) Daten durch den Multiplizierer **222** verwürfelt bzw. gescrambelt, und zwar mit dem langen PN-Code derart, dass die Daten nur durch die Fernstation **6** empfangen werden können, für die die Daten bestimmt sind. Die langen PN-gespreizten Daten werden in dem Multiplexer (MUX) **226** gemultiplext und an den Multiplizierer **228** geliefert, der die Daten mit dem Walsh-Code abdeckt, und zwar entsprechend dem Verkehrskanal, zugewiesen für die Bestimmungfernstation **6**. Die walsh-abgedeckten Daten werden an die Multiplizierer **230a** und **230b** geliefert und weiter gespeist, und zwar mit dem kurzen PNI- bzw. PNQ-Code. Die kurzen PN-gespreizten Daten von den Multiplizierern **230a** und **230b** werden an Filter **232a** bzw. **232b** geliefert, die eine Tiefpassfilterung der Daten vorsehen. Die I-Kanaldaten und die Q-Kanaldaten von den Filtern **232a** bzw. **232b** werden an den Sender oder Transmitter (TM-TR) **26** (vgl. [Fig. 2](#)) geliefert, der das Signal filtert, moduliert, hinaufkonvertiert und verstärkt. Das modulierte Signal wird durch den Duplexer **28** geleitet und von der Antenne **30** auf der Vorwärtsverbindung durch den Signalpfad **10** übertragen. In einigen Konstruktionen der Basisstation braucht der Duplexer **28** nicht verwendet zu werden.

[0047] Bei der in [Fig. 3](#) gezeigten beispielhaften Implementierung weist der Leistungssteuerwert das Leistungssteuerbit und die Leistungssteuerungsaktivierung auf. In dem beispielhaften Ausführungsbeispiel ist das Leistungssteuerbit ein Ein-Bit-Befehl, der hoch ist (beispielsweise 1) um der Fernstation **6** zu befehlen, ihre Sendeleistung zu erhöhen, und der niedrig ist (beispielsweise 0) um, um eine Verminderung der Sendeleistung zu befehlen.

[0048] In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die Leistungssteuerungsaktivierung ein Ein-Bit-Befehl, der hoch ist (beispielsweise 1) um zu gestatten, dass das Leistungssteuerbit verarbeitet wird, und an den Ausgang des Filters **232** geliefert wird, und der niedrig ist (beispielsweise 0) um die Ausgangsgröße der Filter **232** auf einen mittleren Skalenwert (0) rückzusetzen für den Tue-Nichts-Befehl. Dies ist in [Fig. 7](#) veranschaulicht, wo eine niedrige Leistungssteuerungsaktivierung gezeigt ist, und zwar durch die gestrichelte Linie, und wo ferner eine Hochleistungssteuerungsaktivierung durch die durchgezogene Linie gezeigt ist. In [Fig. 7](#) kann man erkennen, dass die übertragene Sequenz (beispielsweise I-Kanaldaten und Q-Kanaldaten) sich in der mittleren Skala dann befindet, wenn die Leistungssteuerungsaktivierung niedrig liegt, wie dies durch die gestrichelte Linie gezeigt ist.

[0049] In dem beispielhaften Ausführungsbeispiel sind die I-Kanaldaten und die Q-Kanaldaten moduliert, und zwar durch die In-Phase- bzw. Quadratur-Sinusoide. Durch Gleichsetzen des Nichtstuns mit einem Wert von Null sind die modulierten I- und Q-Signale Null für die Dauer des Leistungssteuerwerts. Somit überträgt die Basisstation **4** keine Energie zur Fernstation **6** für die Dauer des Leistungssteuerwerts, wenn der Tue-Nichts-Befehl übertragen wird.

[0050] In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist ein Rückwärtsleistungssteuerwert auf den Datenstrom für jede Leistungssteuergruppe punktiert. Die Dauer jedes Leistungssteuerwerts ist vorherbestimmt und kann abhängig von der Datenrate des Verkehrskanals gemacht werden. Zudem gilt Folgendes: die Stelle, an der der Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuerwert punktiert ist, kann festgelegt oder pseudozufällig ausgewählt werden, mit der langen PN-Sequenz von dem langen PN-Generator **224**, der in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Der MUX **226** wird dazu verwendet, die Rückwärtsleistungssteuerbits in den Datenstrom zu punktieren. Die Ausgangsgröße des MUX **226** enthält sowohl codierte Datenbits als auch Umkehrleistungssteuerbits. Die exemplarische Definition für das Leistungssteuerbit und die Leistungssteuerungsaktivierung ist in der Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1

Leistungssteuerbit	Leistungssteuerungsaktivierung	Leistungssteuerwert	Fernstations-Aktion
1	1	+1	Leistung hoch
0	1	-1	Leistung runter
X	0	0	Tue Nichts

[0051] Alternativ kann der Leistungssteuerwert (beispielsweise +1,0 und -1) direkt auf die Daten punktiert werden, die zum Filter **232** geliefert werden, und zwar durch ein Paar von MUXern, angeordnet zwischen den Mischern **230** und Filtern **232** (nicht in [Fig. 3](#) gezeigt). In diesem Ausführungsbeispiel werden die kurzen PN-gespreizten Daten auf einen neuen Signalraum aufgetragen, und zwar entsprechend dem der Leistungssteuerwerte. Beispielsweise kann ein „Hoch“ (high) in den kurzen PN-gespreizten Daten auf +1 abgebildet (mapped) werden, und ein „Tief“ (low) kann in den PN-gespreizten Daten als -1 abgebildet (mapped) werden.

[0052] Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) sei Folgendes ausgeführt: an der Fernstation 6 wird das Vorwärtsverbindungssignal durch die Antenne **102** empfangen, durch den Duplexer **104** geleitet und an den Empfänger (RCVR) **106** geliefert. Der Empfänger **106** filtert, verstärkt, demoduliert und quantisiert das Signal um die digitalisierten I- und Q-Basisbandsignale zu erhalten. Die Basisbandsignale werden an den Demodulator (DEMOD) **108** geliefert. Der Demodulator **108** entspreizt die Basisbandsignale mit den kurzen PNI- und PNQ-Codes, deckt die entspreizten Daten auf, und zwar mit dem Walsh-Code identisch zum dem Walsh-Code der an der Basisstation **4** verwendet wurde, entspreizt die Walshaufgedeckten Daten mit dem langen PN-Code und liefert demodulierte Daten an den Decodierer **110**.

[0053] Innerhalb des Decodierers **110** ordnet ein Block-De-Interleaver die Symbole der demodulierten Daten wieder und liefert die de-interleavten Daten an einen Kanaldecodierer, der die Daten decodiert und zwar entsprechend dem Codierungsformat, verwendet im Kanalcodierer **212**. Die decodierten Daten werden an die Datensenke (data sink) **112** geliefert.

II. Detektion der Leistungssteuerwerte

[0054] Ein Blockdiagramm eines exemplarischen Demodulators **108** zum Detektieren der empfangenen Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuerwerte ist in [Fig. 4](#) gezeigt. Die digitalisierten I- und Q-Basisbandsignale vom Empfänger **106** werden an eine Reihe oder eine Bank von Korrelatoren **310** geliefert. Jeder Korrelator **310** kann einem unterschiedlichen Signalpfad von der gleichen Basisstation **4** zugeordnet sein, oder einer unterschiedlichen Übertragung oder Sendung von einer unterschiedlichen Basisstation **4**. Innerhalb jedes zugewiesenen Korrelators **310** werden die Basisbandsignale mit den kurzen PNI- und PNQ-Codes durch die Multiplizierer **312a** bzw. **312b** entspreizt. Die kurzen PNI- und PNQ-Codes innerhalb jedes Korrelators **310** können eine einzigartige Versetzung haben, und zwar angepasst an die spezielle Versetzung, assoziiert mit der Basisstation **4** von wo aus das Signal übertragen wird, und ferner entsprechend der Fortpflanzungsverzögerung, erfahren durch das Signal, welches demoduliert wird durch diesen Korrelator **310**. Die kurzen PN-entspreizten Daten werden durch die Multiplizierer **314** aufgedeckt, und zwar mit dem Walsh-Code, zugewiesen dem Verkehrskanal, empfangen durch den Korrelator **310**. Die aufgedeckten Daten werden an die Filter **318** geliefert, welche die Energie in den aufgedeckten Daten über eine Symbolzeit akkumulieren.

[0055] Für das IS-95-System, wo das Pilotsignal auf einem gesonderten Pilotkanal übertragen wird, der dem Verkehrskanal überlagert ist, können die kurzen PN-entspreizten Daten von den Multiplizierern **312** auch das Pilotsignal enthalten. Für das IS-95-System ist das Pilotsignal mit der Gesamt-Null-Sequenz abgedeckt, und zwar entsprechend dem Walsh-Code 0. Somit ist keine Walsh-Code-Aufdeckung notwendig, um das Pilotsignal zu erhalten. Die kurzen PN-entspreizten Daten werden an die Pilotkorrelatoren **316** geliefert, die das Tiefpassfiltern durchführen und/oder die Symbolakkumulation der entspreizten Daten, um das Pilotsignal aus dem Empfangssignal zu extrahieren.

[0056] Die beiden komplexen Signale (oder Vektoren) entsprechen dem gefilterten Pilotsignal von den Pilotkorrelatoren **316** und die gefilterten Daten von den Filtern **318** werden an die Skalarproduktschaltung **320** ge-

liefert, die das Skalarprodukt der zwei Vektoren in bekannter Weise berechnet. Eine beispielhafte Skalarproduktschaltung **310** ist im Einzelnen im US-Patent Nr. 5,506,865, mit dem Titel „PILOT CARRIER DOT PRODUCT CIRCUIT“ beschrieben. Dieses Patent ist auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen. Die Skalarproduktschaltung **320** projiziert den Vektor entsprechend den gefilterten Daten auf den Vektor entsprechend dem gefilterten Pilotsignal, multipliziert die Amplitude der Vektoren, und liefert eine mit Vorzeichen versehene (signed) Skalar-Ausgangsgröße $s_m(j)$ an den Demultiplexer (DEMUX) **322**. Die Bezeichnung $s_m(j)$ wird dazu verwendet, um die Ausgangsgröße an dem m^{ten} Korrelator **320m** während der j^{ten} Symbolperiode zu bezeichnen. Die Fernstation **6** hat Kenntnis, ob die j^{te} Symbolperiode des laufenden Rahmens einem Datenbit oder einem Rückwärts- bzw. Umkehrleistungssteuerwert entspricht. Demgemäß leitet der DEMUX **322** den Vektor der Korrelatorausgangsgrößen von $S(j) = \{s_1(j), s_2(j), \dots, s_M(j)\}$ entweder zu dem Datenkombinierer **324** oder zum Steuerprozessor **120**. Der Datenkombinierer **324** summiert seine Vektoreingangsgröße und entspreizt die Daten unter Verwendung des langen PN-Codes und liefert die demodulierten Daten an den Decodierer **110**.

[0057] Die Leistungssteuerdaten, die die demodulierten Leistungssteuersymbole enthalten, werden an den Leistungssteuerprozessor **410**, gezeigt in [Fig. 5](#), geliefert. Der Leistungssteuerprozessor **410** kann in den Steuerprozessor **120**, gezeigt in [Fig. 2](#), inkorporiert sein. Innerhalb des Leistungssteuerprozessors **410** werden die demodulierten Leistungssteuersymbole an den Symbolakkumulator **412** geliefert, der die demodulierten Leistungssteuersymbole $s_m(j)$ über die Dauer eines Leistungssteuerwertes akkumuliert, um die demodulierten Leistungssteuerwerte $b_m(i)$ zu erzeugen. Für das IS-95-System besitzt beispielsweise jeder Leistungssteuerwert eine Dauer von zwei Modulationssymbolen oder 128 PN-Chips. In diesem Falle akkumuliert der Symbolakkumulator **412** die demodulierten Leistungssteuersymbole über 128 PN-Chips, um den demodulierten Leistungssteuerwert $b_m(i)$ zu erzeugen. Die Bezeichnung $b_m(i)$ wird dazu verwendet, um den Umkehr- oder Rückwärts-Leistungssteuerwert entsprechen dem m^{ten} Korrelator **310** zu bezeichnen, und zwar für die i^{te} Leistungssteuergruppe. Der Vektor der demodulierten Leistungssteuerwerte $B(i) = \{b_1(i), b_2(i), \dots, b_M(i)\}$ wird an den Identisch-Bit-Akkumulator **414** geliefert.

[0058] Gemäß dem IS-95-Standard gilt Folgendes: wenn mehr als eine Basisstation **4** in Verbindung steht mit der gleichen Fernstation **6**, so können die Basisstationen **4** konfiguriert werden, um entweder identische oder nicht-identische Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuerwerte zu übertragen. Die Basisstationen **4** sind typischerweise konfiguriert zum Senden identischer Leistungssteuerwerte dann, wenn sie körperlich an der gleichen Stelle angeordnet sind, wie beispielsweise dann, wenn sie unterschiedliche Sektoren einer Zelle bilden. Basisstationen **4**, die nicht die gleichen Leistungssteuerwerte senden, sind typischerweise diejenigen, die körperlich an unterschiedlichen Stellen angeordnet sind. Der IS-95-Standard spezifiziert auch einen Mechanismus durch den Basisstationen **4** identifiziert werden, die konfiguriert sind um identische Leistungssteuerwerte an die Fernstation **6** zu senden. Wenn fernerhin die Fernstation **6** die Sendung oder Übertragung einer einzigen Basisstation **4** durch Mehrfach-Fortpflanzungspfade empfängt, so sind die Rückwärtsleistungssteuerwerte, empfangen auf diesen Pfaden, inhärent identisch. Der Identisch-Bit-Akkumulator **414** kombiniert die Rückwärtsleistungssteuerwerte $b_m(i)$, die als identisch bekannt sind. Die Ausgangsgröße des Identisch-Bit-Akkumulators **414** ist somit ein Vektor unabhängiger Rückwärtsleistungssteuerwerte $B'(i) = \{b'_1(i), b'_2(i), \dots, b'_N(i)\}$ und zwar entsprechend den N unabhängigen Rückwärtsleistungssteuerströmen. Jeder unabhängige Leistungssteuerstrom $b'_n(i)$ weist die Summierung der identischen Leistungssteuerwerte auf, und zwar entsprechend diesem Strom (beispielsweise von unterschiedlichen Sektoren in Verbindung mit der Fernstation **6** oder von unterschiedlichen Mehrfachpfaden). Der unabhängige Leistungssteuerwert kann entsprechend der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$b'_n(i) = \frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} b_k(i), \quad (1)$$

dabei ist K die Anzahl der Korrelatoren **310**, die den identischen Leistungssteuerwert für den n^{ten} unabhängigen Rückwärtsleistungssteuerstrom empfangen (beispielsweise von den unterschiedlichen Basisstationen **4** oder unterschiedlichen Mehrfachpfaden).

[0059] Der ternäre Kanal der vorliegenden Erfindung wird auch üblicherweise als ein Löschanal bezeichnet. Anstelle der Verwendung von einer Schwelle (die typischerweise Null für eine binäre $+/-1$, d.h. für einen binären $+/-1$ Kommunikationskanal ist) werden zwei Schwellen für den ternären Kanal der vorliegenden Erfindung verwendet. Die erste Schwelle wird auf über Null gesetzt und die zweite Schwelle wird auf unter Null gesetzt. Wenn die Amplitude des Empfangssignals oberhalb der ersten Schwelle liegt, so wird eine $+1$ erklärt, wenn die Amplitude unterhalb der zweiten Schwelle liegt, wird eine -1 erklärt, und wenn die Amplitude zwischen den ers-

ten und zweiten Schwellen liegt, wird eine Löschung (erasure) erklärt.

[0060] Der Vektor der unabhängigen Leistungssteuerwerte $B'(i)$ wird durch die Schwellenvergleichsschaltung **416** geliefert, die jeden unabhängigen Leistungssteuerwert $b'_n(i)$ mit einem entsprechenden Satz von vorbestimmten Schwellen vergleicht. Wenn $b'_n(i)$ oberhalb einer ersten Schwelle $th1_n$ liegt, so wird der empfangene Leistungssteuerwert $b''_n(i)$ entsprechend $b'_n(i)$ auf +1 gesetzt, wenn $b'_n(i)$ unterhalb einer zweiten Schwelle $th2_n$ liegt, wird der empfangene Leistungssteuerwert $b''_n(i)$ auf -1 gesetzt, und wenn $b'_n(i)$ zwischen den ersten und zweiten Schwellen liegt, so wird der empfangene Leistungssteuerwert $b''_n(i)$ auf Null gesetzt.

[0061] Die ersten und zweiten Schwellen entsprechend jedem unabhängigen Leistungssteuerwert können eingestellt bzw. gesetzt werden, entsprechend einem Satz von Parametern, wie beispielsweise der Anzahl identischer Leistungssteuerwerte, kombiniert zur Erzeugung des unabhängigen Leistungssteuerwerts und der Veränderung der gemessenen Amplitude des Empfangssignals. Als ein Beispiel sei Folgendes erwähnt: die erste Schwelle kann auf 0,5 des nominellen vollen Skalenwerts gesetzt werden, und die zweite Schwelle kann auf -0,5 des nominellen vollen Skalenwerts gesetzt werden und diese Schwellenwerte können entsprechend den oben beschriebenen Parametern eingestellt werden. Die Ausgangsgröße von der Schwellenvergleichsschaltung **416** umfasst einen Vektor von Empfangs-Leistungssteuerwerten $B''(i) = \{b''_1(i), b''_2(i), \dots, b''_N(i)\}$, wobei jeder empfangene Leistungssteuerwert $b''_n(i)$ einen Wert von entweder +1, -1 oder Null besitzt. Der Vektor der Empfangs-Leistungssteuerwerte $B''(i)$ wird an die Leistungssteuerlogik **418** geliefert.

[0062] Entsprechend dem IS-95-Standard gilt Folgendes: die Fernstation **6** vermindert ihre Sendeleistung; wenn irgendeine der Basisstationen **4** einen Leistungsabsenkungsbefehl ausgibt. Dieser Mechanismus minimiert die Interferenz und verbessert die Systemkapazität, wobei gleichzeitig sichergestellt wird, dass das Rückwärtsverbindungssignal ordnungsgemäß durch mindestens eine Basisstation **4** empfangen wird. In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel wird der gleiche Leistungssteuermechanismus in Verbindung mit dem ternären Leistungssteuer-Signalisierungsschema der vorliegenden Erfindung verwendet. In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel gilt Folgendes: wenn einer der empfangenen Leistungssteuerwerte $b''_n(i)$ negativ ist, so vermindert die Fernstation **6** ihre Sendeleistung. Ferner gilt Folgendes: wenn keiner der empfangenen Leistungssteuerwerte $b''_n(i)$ negativ ist, und mindestens ein empfanger Leistungssteuerwert $b''_n(i)$ Null ist, so stellt die Fernstation **6** ihre Sendeleistung nicht ein. Schließlich gilt Folgendes: wenn alle empfangenen Leistungssteuerwerte $b''_n(i)$ positiv sind, so vergrößert die Fernstation **6** ihre Sendeleistung. Die Leistungssteuerlogik **418** verarbeitet den Vektor der empfangenen Leistungssteuerwerte $b''_n(i)$ unter Verwendung des oben beschriebenen Logikschemas. Die Ausgangsgröße der Leistungssteuerlogik **418** ist ein einziger Leistungssteuerwert (oder ein Leistungssteuerbefehl), der der Fernstation **6** diktiert, entweder ihre Sendeleistung zu erhöhen, zu vermindern oder beizubehalten. Dieser Leistungssteuerwert wird an den Sender oder Transmitter **136** (vgl. [Fig. 2](#)) geliefert, der die Sendeleistung der Fernstation **6** demgemäß einstellt.

[0063] In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel sind die Rückwärts-Leistungssteuerwerte nicht codiert und daher besonders verletzlich durch Fehler, hervorgerufen durch Interferenz. Die schnelle Ansprechzeit der Rückwärts-Verbindungsleistungsregelung (mit geschlossener Schleife) minimiert den Effekt derartiger Fehler hinsichtlich der Performance der Rückwärts-Verbindungsleistungssteuerung, da diese fehlerhaften Einstellungen oder Nichteinstellungen der Sendeleistung der Fernstation **6** in darauffolgenden Leistungssteuergruppen kompensiert werden können.

[0064] In dem hier beschriebenen exemplarischen Ausführungsbeispiel wurde die Rückwärts-Verbindungsleistungssteuerung in der Weise beschrieben, dass sie kompatibel ist mit dem IS-95-Standard. Die Ausführung der vorliegenden Erfindung ist aber nicht abhängig von irgendeinem speziellen Kommunikationssystem oder irgendeiner speziellen Implementierung. Dem Fachmann sollte klar sein, dass andere Implementierungen möglich sind, um die Leistungssteuerverarbeitung, wie sie hier beschrieben ist, auszuführen, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

III. Erzeugung der Leistungssteuerwerte

[0065] Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) sei Folgendes ausgeführt: an der Basisstation **4** wird das Rückwärtsverbindungssignal durch Antenne **30** empfangen, durch den Duplexer **28** geleitet, und dem Empfänger (RCVR) **50** zugeführt. Der Empfänger **50** filtert verstärkt, demoduliert und quantisiert das Signal, um digitalisierte I- und Q-Basisbandsignale zu erhalten. Die Basisbandsignale werden an den Demodulator (DEMOD) **52** geliefert, der die Basisbandsignale mit den kurzen PNI- und PNQ-Codes entspreizt. Für IS-95-Systeme gilt Folgendes: der Demodulator **52** führt eine Signalabbildung der empfangenen Walsh-Sequenz auf dem entsprechenden Walsh-Code aus. Insbesondere werden die entspreizten Daten in Blöcke von 64 Chips gruppiert und einem

Walsh-Code zugewiesen, der eine Walsh-Sequenz besitzt, am dichtesten zu dem Block der entspreizten Daten. Die "Signalabbildung" (signal mapping) wird durch ein schnelles Hadamard-Transformationsfilter ausgeführt, und zwar ein solches wie es beispielsweise in dem US-Patent Nr. 5, 103,459 beschrieben ist. Der Walsh-Code umfasst die demodulierten Daten, die an den Decodierer **54** geliefert werden.

[0066] Innerhalb des Decodierers **54** ordnet ein Block-Deinterleaver die Symbole der demodulierten Daten neu, und liefert die deinterleavten Daten an einen Kanaldecodierer, der die Daten entsprechend dem Codierformat decodiert, welches im Codierer **132** verwendet wurde. Für IS-95-Systeme führt der Decodierer **54** eine Viterbi-Decodierung aus und einen CRC-Check oder eine CRC-Überprüfung der decodierten Daten. Die CRC-geprüften Daten werden an die Datensenke (data sink) **56** geliefert. Die Funktionen von Empfänger **50** und Demodulator **52** für IS-95-Systeme sind weiter im US-Patent Nr. 5,103,459 beschrieben.

[0067] In dem exemplarischen IS-95-System gilt Folgendes: die Sendeleistung der Fernstation **6** wird derart eingestellt, dass die erforderliche Rückwärts-Verbindungssignalqualität (beispielsweise gemessen als das Energie-pro-Bit-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnis E_b/I_0 des Rückwärtsverbindungssignals, wie es an der Basisstation **4** empfangen wird) aufrechterhalten bleibt. In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel wird das gemessene E_b/I_0 mit den E_b/I_0 -Einstellpunkten verglichen, und ein Leistungssteuerwert wird entsprechend darauf erzeugt. Die E_b/I_0 -Einstellpunkte werden ihrerseits eingestellt, um die gewünschte Rahmenfehlerrate (FER) aufrechtzuerhalten.

[0068] Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, werden die demodulierten Daten an den Leistungsdetektor **430** innerhalb des Controllers **40** geliefert. Innerhalb des Leistungsdetektors **430** werden die demodulierten Daten an die Leistungsmessschaltung **432** geliefert, welche die Leistung des empfangenen Rückwärtsverkehrskanals und die Gesamtempfangsleistung berechnet. Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung der Qualität des empfangenen Signals sind im Einzelnen in dem genannten US-Patent Nr. 5,506,109 beschrieben. Zusammenfassend gilt Folgendes: die Leistung des empfangenen Rückwärtsverkehrskanals kann berechnet werden, und zwar aus den demodulierten Daten und die gesamte empfangene Leistung kann aus den entspreizten Daten berechnet werden. Das Verhältnis dieser zwei Messungen weist das gemessene E_b/I_0 auf, welches sodann an Filter **436** geliefert wird. Filter **436** mittelt das gemessene E_b/I_0 über ein vorbestimmtes Intervall und liefert das gemittelte E_b/I_0 an die Vergleichsschaltung **438**. Filter **436** kann als ein finites Impulsansprech-(IIR = finite-im-pulse response)-Filter implementiert werden, oder andere Filterkonstruktionen, die im Stand der Technik bekannt sind. Ferner kann das Filter **436** derart ausgelegt sein, dass ein Ausgleich erhalten werden kann zwischen zuverlässigen Messungen und minimaler Ansprechzeit für eine spezielle Systemanforderung.

[0069] In dem beispielhaften Ausführungsbeispiel wird ein Qualitätsindikator des empfangenen Rückwärtsverbindungssignals (wie beispielsweise FER) an die Schwelleneinstellschaltung **434** geliefert, die zwei E_b/I_0 -Einstellpunkte (die die ersten und zweiten gesetzten Punkte umfassen), entsprechend darauf setzt oder einstellt. In dem beispielhaften Ausführungsbeispiel gilt Folgendes: wenn das gemittelte E_b/I_0 oberhalb des ersten Einstellpunkts liegt, so ist das empfangene E_b/I_0 besser als notwendig, und die Sendeleistung der Fernstation **6** wird nach unten eingestellt, und zwar durch Ausgabe eines Leistungssteuerwertes von -1. Alternativ gilt Folgendes: wenn das gemittelte E_b/I_0 unterhalb des zweiten Einstellpunktes liegt, so ist das empfangene E_b/I_0 -Verhältnis schlechter als erforderlich und die Sendeleistung der Fernstation **6** wird nach oben eingestellt, und zwar durch Ausgabe eines Leistungssteuerwertes von +1. Wenn schließlich das Bemittelt E_b/I_0 zwischen den ersten und zweiten Einstellpunkten liegt, so ist das empfangene E_b/I_0 annähernd wie erforderlich, und die Sendeleistung der Fernstation **6** wird aufrechterhalten, und zwar durch Ausgabe eines Tue-Nichts-Befehls mit einem Leistungssteuerwert von Null. Die Differenz zwischen den ersten und zweiten gesetzten oder Einstellpunkten umfasst den gewünschten oder Soll-Betriebsbereich des empfangenen E_b/I_0 und kann auf einen speziellen Anwendungsfall zugeschnitten sein. Insbesondere kann die Differenz zwischen den ersten und zweiten Schwellen derart eingestellt werden, um die Messungenauigkeit des empfangenen E_b/I_0 zu berücksichtigen. Wenn beispielsweise das empfangene E_b/I_0 nur mit einer Sicherheit von $\pm 0,5$ dB gemessen werden kann, so sollte die Differenz zwischen den ersten und zweiten Einstellpunkten um mindestens 1,0 dB voneinander entfernt erfolgen.

[0070] Die ersten und zweiten Schwellen können basierend auf dem Performanceerfordernis des Systems eingestellt werden, beispielsweise bestimmt durch das FER des empfangenen Rückwärtsverbindungssignals. Wenn das empfangene FER höher ist als erforderlich, dann können die Einstellpunkte erhöht werden, wodurch bewirkt wird, dass die Leistungssteuerschleife oder die Leistungsregelung veranlasst wird, die Sendeleistung der Fernstation **6** nach oben einzustellen, und das empfangene E_b/I_0 zu verbessern. Alternativ, wenn das empfangene FER niedriger als notwendig ist, so können die Einstellpunkte verringert werden, wodurch bewirkt wird, dass die Leistungssteuerschleife (die Leistungssteuerregelung) die Sendeleistung der Fernstation **6** nach

unten regelt, um die Kapazität zu verbessern.

[0071] Wie in dem oben erwähnten US-Patent Nr. 5,109,390 beschrieben, kann die Fernstation **6** in weicher Übergabe (Soft-Handoff) mit Mehrfachbasisstationen **4** stehen, oder in einem weicheren Handoff (weichere Übergabe) mit einer Vielzahl von Basisstationen **4** (oder Sektoren). Während einer Übergabe (Handoff) können die Basisstationen **4** identische oder nicht identische Leistungssteuerwerte zur Fernstation **6** übertragen. Wenn keine identischen Leistungssteuerwerte übertragen werden, so arbeitet jede Basisstation **4** unabhängig von anderen Basisstationen **4**. Wenn jedoch identische Leistungssteuerwerte übertragen werden, so werden diese Leistungssteuerwerte zu einem zentralen Prozessor geschickt, wie beispielsweise einem Systemcontroller bzw. einer Systemsteuervorrichtung **2**, der die Leistungssteuerwerte von allen Basisstationen **4** auswertet. In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel gilt Folgendes: der Systemcontroller **2** leitet oder befiehlt der Fernstation **6** ihre Sendeleistung zu reduzieren, wenn irgendeine Basisstation **4** einen Leistungsabsenkungsbefehl ausgibt, befiehlt der Fernstation **6** ihre Sendeleistung dann beizubehalten, wenn keine der Basisstationen **4** einen Leistungsabsenkungsbefehl ausgibt, und mindestens eine Basisstation **4** einen Tue-Nichts-Befehl ausgibt, und befiehlt der Fernstation **6** ihre Sendeleistung dann zu erhöhen, wenn sämtliche Basisstationen **4** Leistungserhöhungsbefehle ausgeben. Der identische Leistungssteuerwert wird sodann durch den Systemcontroller **2** zu allen Basisstationen **4** in Kommunikation mit der Fernstation **6** übermittelt, und zwar zur Übertragung auf der Vorwärtsverbindung.

[0072] Die vorliegende Erfindung wurde im Detail für die Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuerung eines IS-95-Kommunikationssystems beschrieben. Der Fachmann erkennt ohne weiteres, dass das ternäre Signalisierungsschema der vorliegenden Erfindung auch für die Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuerung von anderen Kommunikationssystemen eingesetzt werden kann. Ein derartig anderes Kommunikationssystem ist beispielsweise, das, eine hohe Paketdatenrate besitzende, Kommunikationssystem gemäß der US-Patentanmeldung Serien-Nr. 08/963,386, mit dem Titel „METHOD AND APPARATUS FOR HIGH RATE PACKET DATA TRANSMISSION“; eingereicht am 3. November 1997. Diese Anmeldung ist auf den Inhaber der vorliegenden Erfindung übertragen. In diesem Paketdaten-Kommunikationssystem ist ein Leistungssteuer-Subkanal jeder Fernstation, die in Kommunikation mit der übertragenden Basisstation steht, zugewiesen. Jeder Leistungssteuer-Subkanal wird dazu verwendet, um einen Leistungssteuerwert zur entsprechenden Fernstation zu übertragen, und zwar bei jedem Zeitschlitz, um der Fernstation zu befehlen, entweder ihre Sendeleistung zu erhöhen, abzusenken oder beizubehalten. In diesem Paketdaten-Kommunikationssystem werden die Leistungssteuerwerte für mehrfache Fernstationen während eines Leistungssteuerbursts übertragen, und zwar gemultipliert auf den Verkehrskanal an einer festen Stelle innerhalb jedes Übertragungszeitschlitzes.

[0073] Die vorliegende Erfindung wurde im Detail für die Rückwärtsverbindungs-Leistungssteuerung eines Kommunikationssystems beschrieben. Der Fachmann erkennt ohne weiteres, dass das erfindungsgemäße ternäre Signalisierungsschema auch auf die Vorwärtsverbindungs-Leistungssteuerung erweitert werden kann, wobei dies im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegt.

[0074] Das ternäre Signalisierungsschema der Erfindung kann ferner erweitert werden, um die Übertragung von anderen Steuersignalen vorzusehen, die mehr als zwei Zustände erfordern. Beispielsweise gilt in Kommunikationssystemen, die in der Lage sind mit einer Datenrate aus einer Anzahl von Datenraten zu übertragen, Folgendes: die Basisstation kann einen Ratensteuerwert zur Fernstation übertragen, um diese entweder über einen Ratenanstieg, eine Ratenverminderung oder keine Änderung in der Rate für die folgende Datenübertragung zu informieren. Die Verwendung des ternären Signalisierungsschemas minimiert die Anzahl der Bits, die erforderlich ist um das Steuersignal zu übertragen, wobei gleichzeitig das Grenzzyklen verhindert oder eliminiert wird, welches sich aus der Übertragung eines Binär-Steuerwerts ergibt.

[0075] Die vorstehende Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele ist dazu vorgesehen, jeden Fachmann in die Lage zu versetzen, die vorliegende Erfindung zu verwenden. Die verschiedenen Modifikationen dieser Ausführungsbeispiele sind dem Fachmann ohne weiteres gegeben, und die hier definierten allgemeinen Prinzipien können bei anderen Ausführungsbeispielen angewandt werden.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Steuern einer Sendeleistung in einem Kommunikationssystem, das die folgenden Schritte aufweist:

Messen einer Qualität eines empfangenen Signals;

Vergleichen der Qualität des empfangenen Signals mit einem Satz von Einstellpunkten, wobei der Satz von Einstellpunkten einen ersten Einstellpunkt und einen zweiten Einstellpunkt aufweist;

Generieren eines Leistungssteuerungswertes ansprechend auf den Vergleichsschritt, wobei der Leistungssteuerungswert einen von drei Werten aufweist;

Senden des Leistungssteuerungswerts an eine Zielstation, wobei die Sendeleistung der Zielstation angepasst wird gemäß einem empfangenen Leistungssteuerungswert; und

Verarbeiten eines gesendeten Leistungssteuerungswerts an der Ziel-Station, um den empfangenen Leistungssteuerungswert vorzusehen;

dadurch gekennzeichnet, dass der Verarbeitungsschritt folgende Schritte aufweist:

Empfangen wenigstens eines Signalpfades entsprechend zu dem gesendeten Leistungssteuerungswert;

Demodulieren eines jeden der mindestens einen Signalpfade, um ein Pilotsignal und gefilterte Daten vorzusehen;

Berechnen eines Skalarprodukts des Pilotsignals und der gefilterten Daten, um demodulierte Leistungssteuerungssymbole zu erhalten; und

Akkumulieren der demodulierten Leistungssteuerungssymbole über eine Periode des Leistungssteuerungswertes, um den empfangenen Leistungssteuerungswert zu erhalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Verarbeitungsschritt weiterhin Folgendes aufweist:

Vergleichen einer Ausgabe von dem Akkumulierungsschritt mit einem Satz von Schwellen, um den empfangenen Leistungssteuerungswert zu erhalten.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Qualität des empfangenen Signals auf einem gemessenen Energie-pro-Bit-zu-Rausch-Plus-Interferenz-Verhältnis E_b/I_0 des empfangenen Signals basiert wird.

4. Verfahren nach einem der hervorgehenden Ansprüche, wobei die drei Werte einem Leistung-Hoch-Befehl, einem Leistung-Runter-Befehl und einem Tue-Nichts-Befehl entsprechen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Leistungssteuerungswert einem Leistung-Runter-Befehl entspricht, wenn die Qualität des empfangenen Signals über dem ersten Einstellpunkt liegt, einem Leistung-Hoch-Befehl entspricht, wenn die Qualität des empfangenen Signals unter einem zweiten Einstellpunkt liegt, und einem Tue-Nichts-Befehl entspricht, wenn die Qualität des empfangenen Signals zwischen den ersten und zweiten Einstellpunkten liegt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Satz von Einstellpunkten angepasst wird, basierend auf einer Performance-Anforderung des Kommunikationssystems.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Performanceanforderung auf einer Rahmen-Fehler-Rate des empfangenen Signals basiert.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei ein Einstellpunkt erhöht wird, wenn die Rahmen-Fehler-Rate höher ist als benötigt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, wobei ein zweiter Einstellpunkt gesenkt wird, wenn die Rahmenfehlerrate niedriger ist als nötig.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die ersten und zweiten Einstellpunkte eingestellt werden, basierend auf einer Messungsgenauigkeit der Qualität des empfangenen Signals.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei eine Differenz zwischen den ersten und zweiten Einstellpunkten gleich oder größer als die Messungsgenauigkeit der Qualität des empfangenen Signals eingestellt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Leistungssteuerungswert nicht codiert ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Leistungssteuerungswert auf eine Datenübertragung punktiert wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Leistungssteuerungswert pseudozufällig innerhalb einer Leistungssteuerungsgruppe positioniert wird.

15. Ein Verfahren zum Anpassen einer Sendeleistung in einem Kommunikationssystem, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

Empfangen mindestens eines Leistungssteuerungswerts;
Verarbeiten des mindestens einen gesendeten Leistungssteuerungswert, um einen Leistungssteuerbefehl zu erhalten; und
Anpassen der Sendeleistung gemäß dem Leistungssteuerungsbefehl,
wobei der Leistungssteuerungsbefehl einen von drei Werten aufweist;
wobei die drei Werte einem Leistung-Hoch-Befehl, einem Leistung-Runter-Befehl und einem Tue-Nichts-Befehl entsprechen; dadurch gekennzeichnet, dass der Verarbeitungsschritt folgende Schritte aufweist:
Empfangen mindestens eines Signalpfades entsprechend zu dem mindestens einem gesendeten Leistungssteuerungswert;
Demodulieren eines jeden der mindestens einen Signalpfade, um demodulierte Leistungssteuersymbole zu erhalten;
Akkuumulieren der demodulierten Leistungssteuerungssymbole über eine Periode des gesendeten Leistungssteuerungswertes;
Kombinieren von identischen Leistungssteuerungswerten aus dem Akkuumulierungsschritt, um unabhängige Leistungssteuerungswerte zu erhalten; und
logisches Kombinieren der unabhängigen Leistungssteuerungswerte, um den Leistungssteuerungsbefehl zu erhalten.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei der Verarbeitungsschritt weiterhin folgenden Schritt aufweist:
Vergleichen der unabhängigen Leistungssteuerungswerte mit entsprechenden Sätzen von Schwellen, um empfangene Leistungssteuerungswerte zu erhalten, wobei der logische Kombinierungsschritt auf die empfangene Leistungssteuerungswerte angewendet wird, um den Leistungssteuerungsbefehl zu erhalten.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, wobei die Sendeleistung nach unten angepasst wird, wenn mindestens ein unabhängiger Leistungssteuerungswert ein Leistung-Runter-Befehl ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei die Sendeleistung beibehalten wird, wenn keiner der unabhängigen Leistungssteuerungswerte ein Leistung-Runter-Befehl ist und mindestens ein unabhängiger Leistungssteuerungswert ein Tue-Nichts-Befehl ist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei die Sendeleistung erhöht wird, wenn alle unabhängigen Leistungssteuerungswerte Leistung-Hoch-Befehle sind.

20. Vorrichtung zum Steuern einer Sendeleistung in einem Kommunikationssystem, wobei die Vorrichtung Folgendes aufweist: Mittel zum Messen (432) einer Qualität eines empfangenen Signals; Mittel zum Vergleichen (438) der Qualität des empfangenen Signals mit einem Satz von Einstellpunkten, wobei der Satz von Einstellpunkten einen ersten Einstellpunkt und einen zweiten Einstellpunkt aufweist;
Mittel zum Generieren (438) eines Leistungssteuerungswertes ansprechend auf die Vergleichsmittel, wobei der Leistungssteuerungswert einen von drei Werten aufweist;
Mittel zum Senden des Leistungssteuerungswertes zu einer Zielstation (6), wobei die Sendeleistung der Zielstation (6) angepasst wird gemäß einem empfangenen Leistungssteuerungswert; und Mittel zum Verarbeiten (120) eines gesendeten Leistungssteuerungswerts bei der Zielstation, um den empfangenen Leistungssteuerungswert vorzusehen;
dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungsmittel Folgendes aufweisen:
Mittel zum Empfangen (310) mindestens eines Signalpfades entsprechend zu dem gesendeten Leistungssteuerungswert;
Mittel zum Demodulieren (316, 318) eines jeden Signalpfades des mindestens einen Signalpfades, um ein Pilotenignal und gefilterte Daten zu erhalten;
Mittel zum Berechnen (320) eines Skalarprodukts des Pilotenignals und der gefilterten Daten, um demodulierte Leistungssteuerungssymbole zu erhalten; und
Mittel zum Akkuumulieren (412) der demodulierten Leistungssteuerungssymbole über eine Periode des Leistungssteuerungswertes, um die empfangenen Leistungssteuerungswerte zu erhalten.

21. Vorrichtung gemäß Anspruch 20 zum Steuern einer Sendeleistung in einem Kommunikationssystem, wobei
die Messmittel (432) eine Leistungsmessschaltung zum Empfangen eines empfangenen Signals und zum Vorsehen einer Anzeige für die Qualität des empfangenen Signals aufweisen;
wobei die Vorrichtung eine Schwellenanpassschaltung (434) aufweist zum Empfangen einer Performanceanforderung und zum Vorsehen des Satzes von Einstellpunkten gemäß der Performanceanforderung; und
wobei die Vergleichsmittel (438) eine Vergleichsschaltung aufweisen, die verbunden ist mit der Leistungsmess-

schaltung (432) und der Schwellenanpassschaltung (434) zum Empfangen der Anzeige der Qualität des empfangenen Signals bzw. des Satzes von Einstellpunkten, wobei die Generierungsmittel den Leistungssteuerungswert vorsehen.

22. Vorrichtung gemäß Anspruch 20 oder 21, wobei die Verarbeitungsmittel (120) weiterhin Folgendes aufweisen:

Mittel zum Vergleichen einer Ausgabe von den Akkumulierungsmitteln mit einem Satz von Schwellen um den empfangenen Leistungssteuerungswert zu erhalten.

23. Vorrichtung zum Anpassen einer Sendeleistung in einem Kommunikationssystem, wobei die Vorrichtung Folgendes aufweist:

Mittel zum Empfangen von mindestens einem gesendeten Leistungssteuerungswert;

Mittel zum Verarbeiten des mindestens einen gesendeten Leistungssteuerungswerts, um einen Leistungssteuerungsbefehl zu erhalten; und

Mittel zum Anpassen der Sendeleistung gemäß dem Leistungssteuerungsbefehl, wobei der Leistungssteuerungsbefehl einen von drei Werten aufweist;

wobei die drei Werte einem Leistung-Hoch-Befehl, einem Leistung-Runter-Befehl und einem Tue-Nichts-Befehl entsprechen, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungsmittel Folgendes aufweisen:

Mittel zum Empfangen (106) von mindestens einem Signalpfad entsprechend zu dem mindestens einem gesendeten Leistungssteuerungswert;

Mittel zum Demodulieren (108) eines jeden Pfades der mindestens einen Signalpfade, um demodulierte Leistungssteuerungssymbole zu erhalten;

Mittel zum Akkumulieren (412) der demodulierten Leistungssteuerungssymbole über eine Periode des gesendeten Leistungssteuerungswertes;

Mittel zum Kombinieren (414) von identischen Leistungssteuerungswerten von dem Akkumulierungsschritt, um unabhängige Leistungssteuerungswerte zu erhalten; und

Mittel zum logischen Kombinieren (418) der unabhängigen Leistungssteuerungswerte, um den Leistungssteuerungsbefehl zu erhalten.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, wobei die Verarbeitungsmittel weiterhin Folgendes aufweisen:

Mittel zum Vergleichen (416) von unabhängigen Leistungssteuerungswerten mit entsprechenden Sätzen von Schwellen, um empfangene Leistungssteuerungswerte zu erhalten.

25. Ein Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 20 bis 24 zum Steuern einer Sendeleistung in einem Kommunikationssystem, wobei die Vorrichtung Folgendes aufweist:

erste Leistungssteuerungsschleifenmittel zum Aufrecht erhalten einer Qualität eines empfangenen Signals innerhalb eines vorbestimmten Bereichs, wobei die ersten Leistungssteuerungsschleifenmittel das empfangene Signal und einen Satz von Einstellpunkten empfangen und Leistungssteuerungswerte entsprechend auf das empfangene Signal und den Satz von Einstellpunkten vorsehen; und

zweite Leistungssteuerungsschleifenmittel zum Aufrechterhalten einer gemessenen Performance des empfangenen Signals, wobei die zweiten Leistungssteuerungsschleifenmittel die gemessene Performance und eine Performanceanforderung empfangen und den Satz von Einstellpunkten an die ersten Leistungssteuerungsschleifenmittel entsprechend auf die gemessene Performance und die Performanceanforderung vorsehen.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, wobei die ersten Leistungssteuerungsschleifenmittel Folgendes aufweisen:

Empfängermittel (106) zum Empfangen des empfangenen Signals;

Demodulationsmittel (108) zum Demodulieren des empfangenen Signals, um demodulierte Daten vorzusehen;

Leistungsmessmittel (432) zum Empfangen der demodulierten Daten und zum Vorsehen einer Anzeige einer Qualität des empfangenen Signals; und

Vergleichsmittel (438) zum Empfangen der Anzeige der Qualität des empfangenen Signals und des Satzes von Einstellpunkten und zum Vorsehen der Leistungssteuerungswerte.

27. Vorrichtung nach Anspruch 25 und Anspruch 26, wobei die ersten Leistungssteuerungsschleifenmittel weiterhin Folgendes aufweisen:

Filtermittel (436) zum Empfangen der Anzeige der Qualität des empfangenen Signals und zum Vorsehen von gefilterten Qualitätssmessungen;

und

Vergleichsmittel (438) zum Empfangen der gefilterten Qualitätssmessungen und des Satzes von Einstellpunk-

ten und Vorsehen der Leistungssteuerungswerte.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

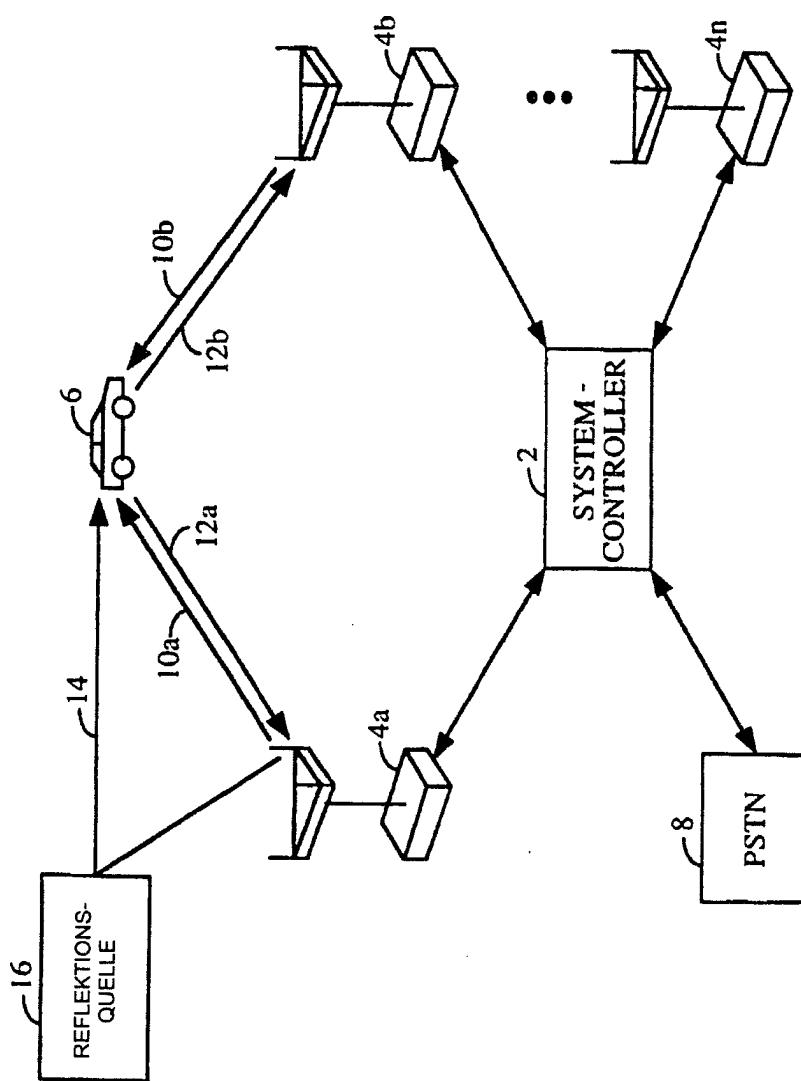


FIG. 1

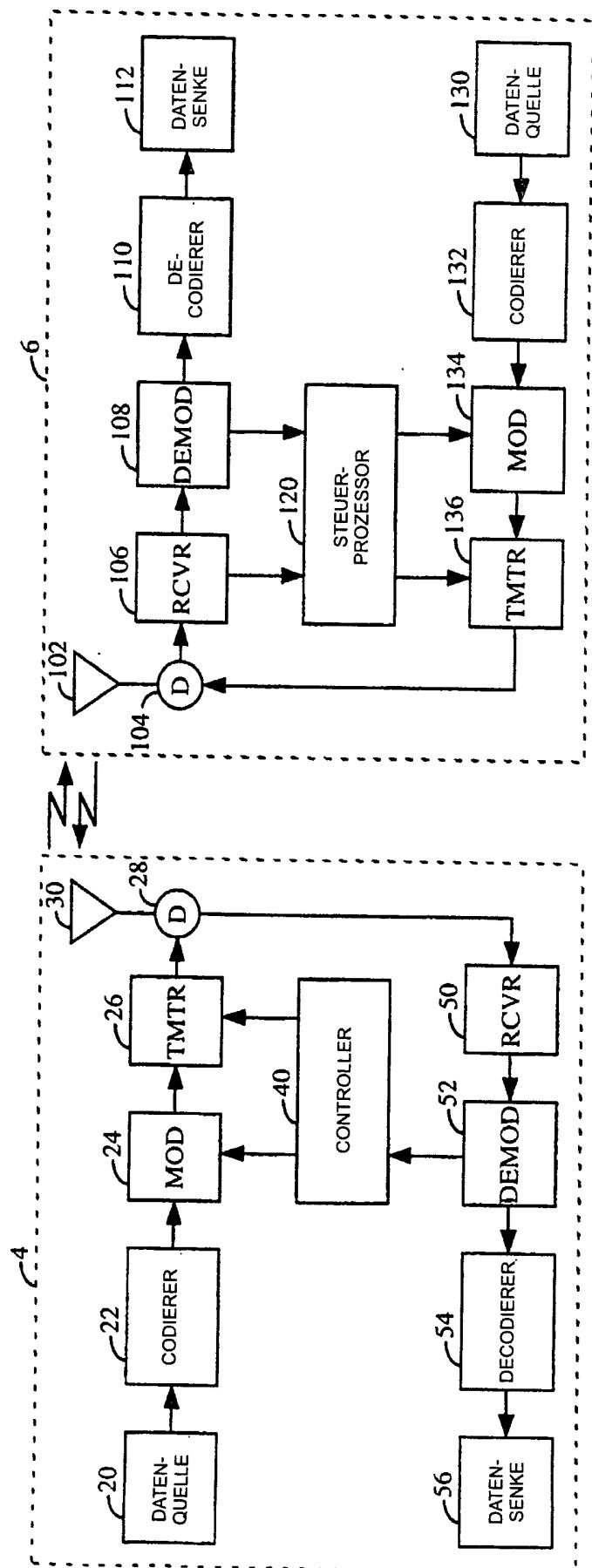


FIG. 2

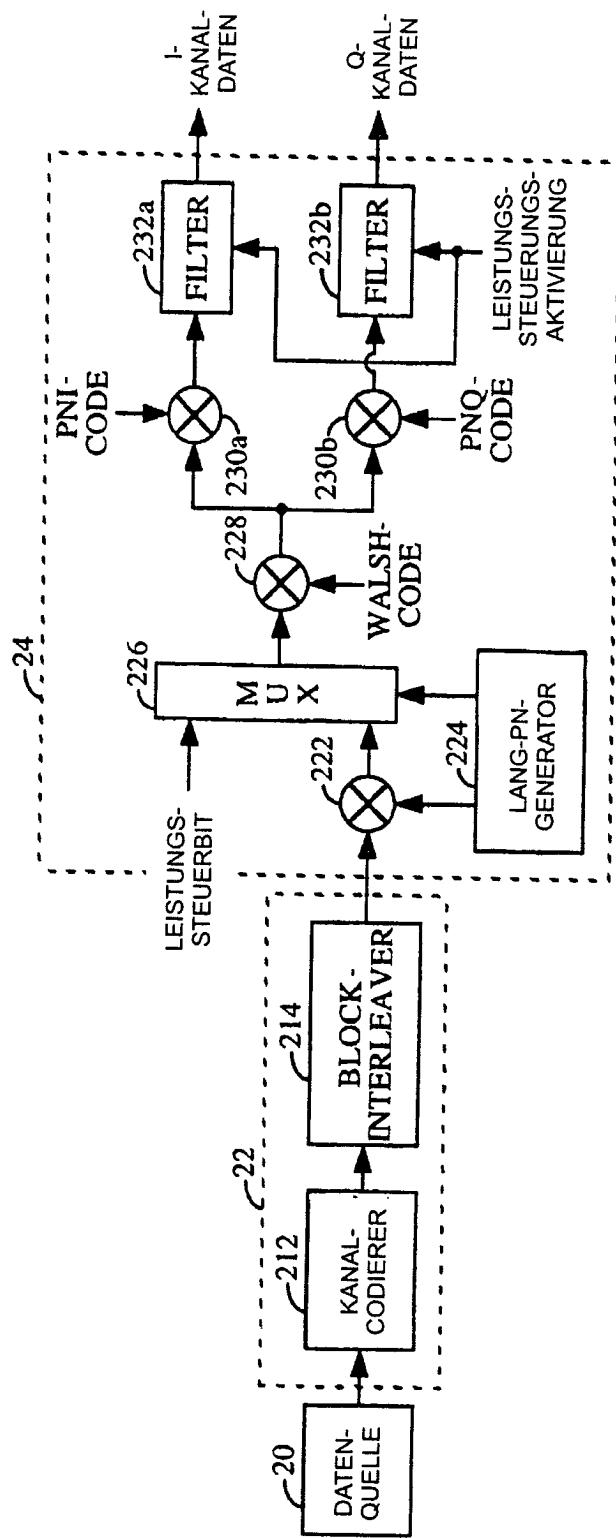


FIG. 3

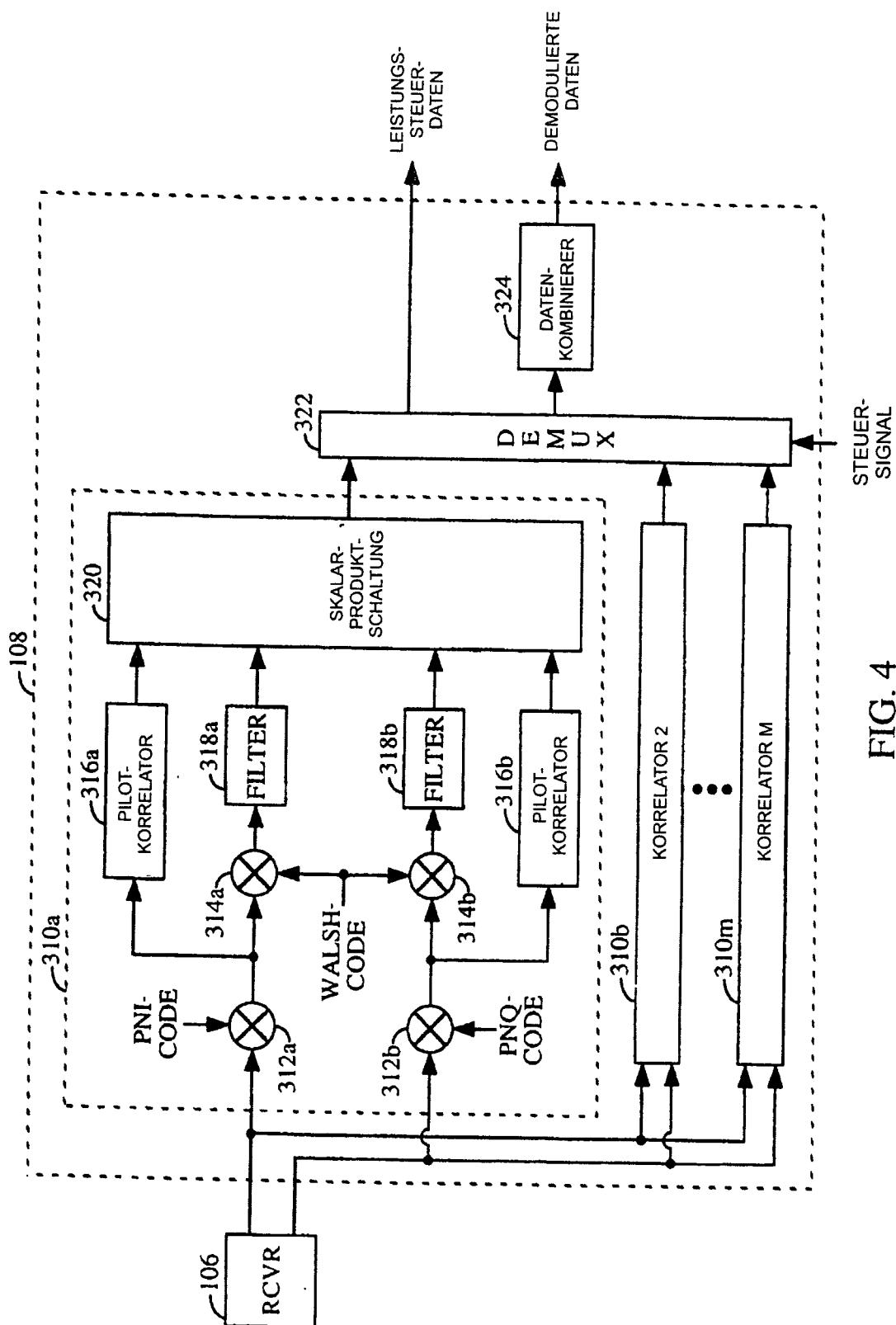


FIG. 4

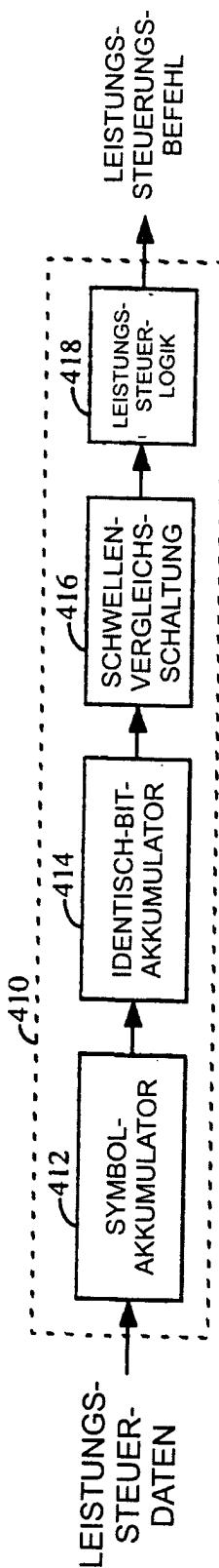


FIG. 5

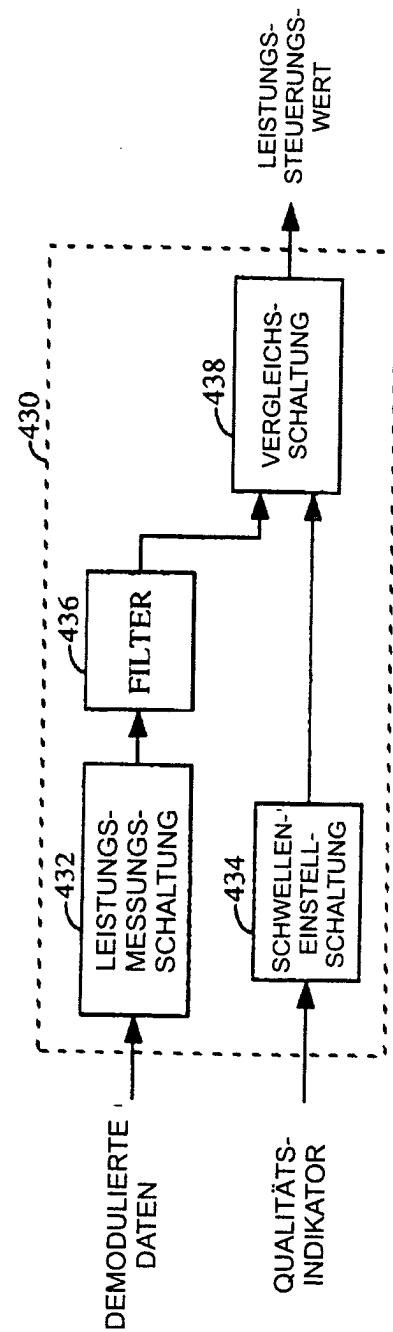


FIG. 6

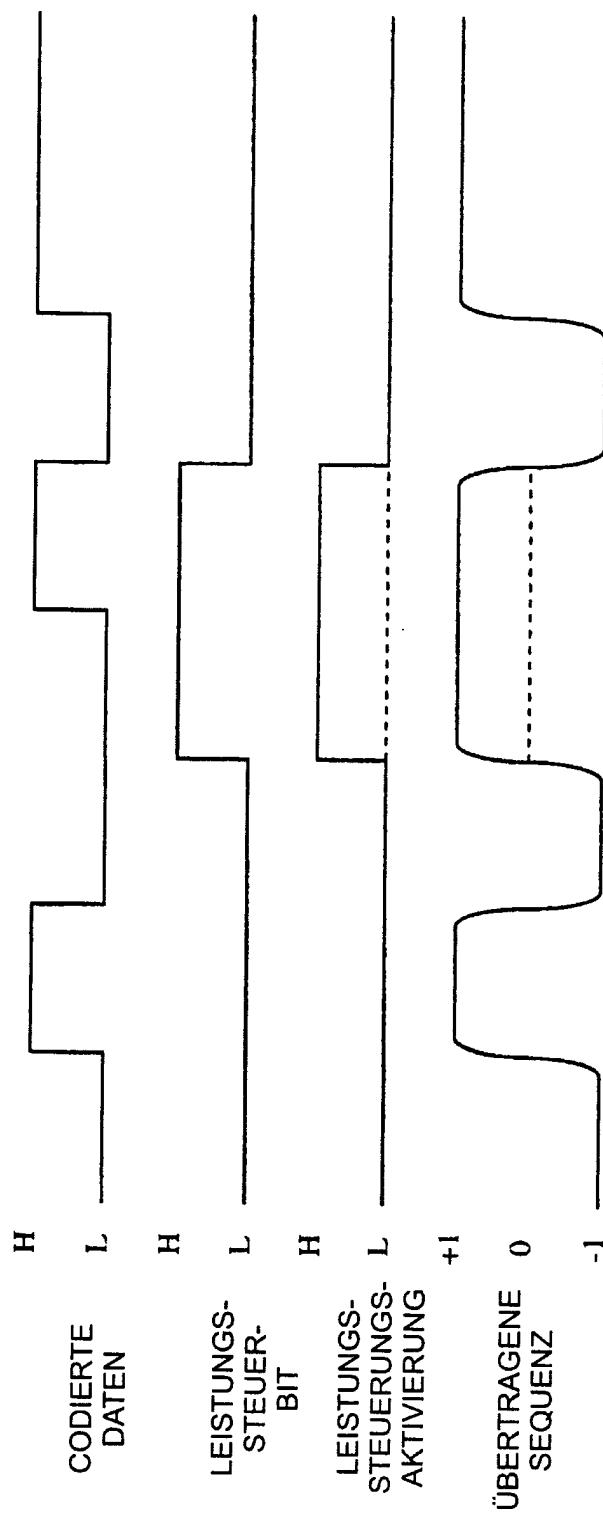


FIG. 7