

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Februar 2002 (28.02.2002)

PCT

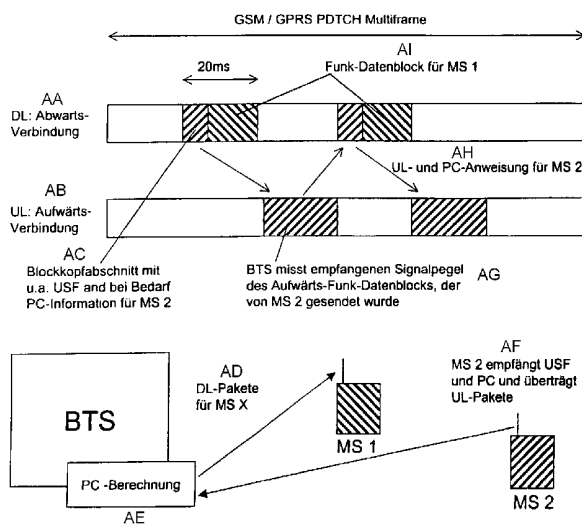
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/17510 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04B 7/00 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacher Platz 2, 80333 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02730
- (22) Internationales Anmeldedatum: 19. Juli 2001 (19.07.2001) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BALL, Carsten [DE/DE]; Treffauer Strasse 48, 81373 München (DE). HUMBURG, Eduard [DE/DE]; Zugspitzstrasse 32, 82515 Wolfratshausen (DE). IVANOV, Kolio [DE/DE]; Johann-Clanze-Strasse 49, 81369 München (DE). ÖTTL, Martin [DE/DE]; Johann-Baur-Strasse 16, 82362 Weilheim (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 40 797.8 21. August 2000 (21.08.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR RAPID POWER REGULATION IN UPWARD CHANNELS IN PACKET-ORIENTED MOBILE RADIO SYSTEMS AND CORRESPONDING COMMUNICATION SYSTEM NETWORK DEVICES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SCHNELLEN LEISTUNGSREGELUNG IN AUFWÄRTSKANÄLEN BEI PAKETORIENTIERTEN MOBILFUNKSYSTEMEN UND KOMMUNIKATIONSSYSTEM-NETZEINRICHTUNGEN DAFÜR



AA ... DOWNWARDS CONNECTION
AB ... UPWARDS CONNECTION
AC ... BLOCK HEADER SECTION WITH, AMONGST OTHERS, USF AND WHERE NECESSARY PC- INFORMATION FOR MS2
AD ... DL PACKETS FOR MSX
AE ... PC CALCULATION
AF ... MS2 RECEIVES USF AND PC AND TRANSMITS UL- PACKETS
AG ... BTS MISSES RECEIVED SIGNAL LEVEL OF THE UPWARDS DATABLOCK, SENT BY MS2
AH ... UL AND PC INSTRUCTIONS FOR MS2
AI ... RADIO DATABLOCK FOR MS1

(57) Abstract: The invention relates to a method for power regulation in upward channels in a packet-oriented radio communication system (GSM / GPRS), comprising at least one network station (BTS), for communicating with at least one station (MS1, MS2) which may be connected by means of an interface, whereby transmission power information for controlling the transmission power of the station (MS2) is transmitted to the station (MS2). According to the invention, the required transmission power information may be rapidly transmitted, whereby the station (MS2) receives the transmission power information in a transmission at a point in time via a user data transmission connection, which does not comprise a user data transmission data connection in the downwards direction (DL) from the network station (BTS) to the said station (MS2). Said transmission power information can be used in particular in transmission information (USF; USFi), for flagging at least one transmission time allotted to said station (MS2), for the transmission from the station (MS2) in the upwards direction (UL) to the network station (BTS) as extended transmission information (USFij).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Leistungsregelung in Aufwärtskanälen bei einem paketorientierten Funk-Kommunikationssystem (GSM / GPRS), mit zumindest einer Netzstation (BTS) zum Kommunizieren mit zumindest einer über eine Schnittstelle verbindbaren

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(74) **Gemeinsamer Vertreter:** SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** BR, CN, JP, KR, US.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten BR, CN, JP, KR, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Station (MS1, MS2), bei dem der Station (MS2) über die Schnittstelle unter Sendeleistungs-Informationen zur Regelung der Sendeleistung der Station (MS2) übermittelt werden. Um eine schnelle Übermittlung erforderlicher Sendeleistungs-Informationen zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass die Station (MS2) die Sendeleistungs-Information(en) über eine Anwenderdaten-Übermittlungsverbindung zu einem Zeitpunkt übermittelt bekommt, zu dem von der Netzstation (BTS) in Abwärtsrichtung (DL) keine zu dieser Station (MS2) hin gerichtete Anwenderdaten-Übermittlungs-Verbindung besteht. Insbesondere können diese Sendeleistungs-Informationen in Sende-Informationen (USF; USF_i) zum Ankündigen zumindest einer für diese Station (MS2) zulässigen Sendezeit zum Senden seitens der Station (MS2) in Aufwärtsrichtung (UL) zur Netzstation (BTS) als erweiterte Sende-Information (USF_{ij}) eingesetzt werden.

Beschreibung

Verfahren zur schnellen Leistungsregelung in Aufwärtskanälen
5 bei paketorientierten Mobilfunksystemen und Kommunikations-
system-Netzeinrichtungen dafür

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur schnellen Leistungs-
10 regelung in Aufwärtskanälen bei paketorientierten Mobilfunk-
systemen mit den oberbegrifflichen Merkmalen des Patentan-
spruchs 1 bzw. Kommunikationssystemeinrichtungen zur Durch-
führung des Verfahrens.

15 In Funk-Kommunikationssystemen werden Informationen, bei-
spielsweise Sprache, Bildinformationen oder andere Daten, mit
Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnitt-
stelle zwischen sendender und empfangender Station (Basissta-
tion bzw. Teilnehmerstation) übertragen. Das Abstrahlen der
20 elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequen-
zen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Fre-
quenzband liegen. Für zukünftige Mobilfunksysteme mit CDMA-
oder TD/CDMA-Übertragungsverfahren über die Funkschnittstel-
le, beispielsweise das UMTS (Universal Mobile Telecommunica-
25 tion System) oder andere Systeme der 3. Generation sind Fre-
quenzen im Frequenzband von ca. 2000 MHz vorgesehen.

In bestehende Mobilfunknetze nach dem GSM-Standard (GSM: Glo-
bal System for Mobile Communications) mit Frequenzen zwischen
30 400 MHz und 2,0 GHz werden derzeit neuartige Datendienste wie
der Paketdatendienst GPRS (General Packet Radio Service) so-
wie dessen Erweiterung EDGE/EGPRS (Enhanced Data Rates for
GSM Evolution / Enhanced GPRS) eingeführt. Die Übertragung im
Mobilfunknetz findet hierbei nicht verbindungsorientiert bzw.
35 nicht leitungsvermittelt, sondern in Form von Paketdaten
statt. Diese Art der Übertragung nutzt die gegebenen Übertra-

gungsressourcen im Mobilfunknetz beispielsweise durch Multiplexing besser aus.

Beim TDMA-Verfahren, wie z.B. GSM oder auch TDD UMTS, ist für
5 eine TDMA-Komponente (TDMA: Time Division Multiple Access)
eine Aufteilung eines breitbandigen Trägers mit z.B. einem
Frequenzbereich von 5 MHz bei UMTS oder eines schmalbandigen
Trägers mit z.B. 200 kHz bei GSM in mehrere Zeitschlitz
gleicher Zeitdauer vorgesehen. Bei TDD-UMTS (TDD: Time Divi-
10 sion Duplex) wird auf der gleichen Trägerfrequenz ein Teil
der Zeitschlitz in Abwärtsrichtung DL (Downlink) von der Ba-
sisstation zur Teilnehmerstation und ein Teil der Zeitschlitz
in Aufwärtsrichtung UL (Uplink) von der Teilnehmerstation
zur Basisstation benutzt. Beim GSM-Standard sind für die Auf-
15 wärtsverbindung und die Abwärtsverbindung jeweils acht Zeit-
schlitz auf zwei durch einen Duplexabstand getrennten 200
kHz Trägerfrequenzen vorgesehen. Zur Datenübertragung bei den
Paketdatendiensten GPRS/EGPRS nach dem GSM-Standard wird je-
dem Zeitschlitz ein Paket-Daten-Verkehrskanal PDTCH (Packet
20 Data Traffic Channel) zugeordnet. Alle Paket-Daten-Verkehrs-
kanäle sind unidirektional. Eine Übertragung findet entweder
in Aufwärtsverbindung (UL) für die Paketdatenübertragung von
der Teilnehmerstation zur Basisstation oder in Abwärtsverbin-
dung (DL) für die Paketdatenübertragung von der Basisstation
25 zur Teilnehmerstation statt. Dabei kann ein Paketdaten-Ver-
kehrskanal einem Teilnehmer bei einer statischen Kanalvergabe
(fixed allocation nach GSM 04.60) fest für ein bestimmtes
Zeitintervall oder bei einer dynamischen Kanalvergabe (dyna-
mic allocation nach GSM 04.60) mehreren Teilnehmern gleich-
30 zeitig zugewiesen werden, d.h. mehrere Teilnehmer werden auf
diesem Paketdaten-Verkehrskanal versorgt (Multiplexing). Das
gilt für die Auf- und Abwärtsverbindung unabhängig voneinan-
der.

35 Um feststellen zu können, wann eine Teilnehmerstation ein be-
stimmter Datenblock übertragen werden soll, empfängt und de-
kodiert jede Teilnehmerstation, die ansonsten über keine

diesbezügliche Information verfügt, alle in Abwärtsrichtung gesendeten Pakete, sogenannte RLC-Blöcke. Zur eindeutigen Adressierung der Datenpakete für die Teilnehmerstation in Abwärtsrichtung dient ein im Funkverbindungssteuerungs-/Mediumszugriffs-RLC/MAC-Block-Kopfabschnitt (RLC/MAC: Radio Link Control / Medium Access Control Header) enthaltener Identifikator TFI (Temporary Flow Identifier), der bei der Verkehrskanalzuweisung dem Paketdatenstrom TBF (Temporary Block Flow) für die Datenübertragung in Abwärtsrichtung der Teilnehmerstation zugeordnet wird.

Zur kollisionsfreien Nutzung des Paketdaten-Verkehrskanals bei dynamischer Kanalvergabe in der Aufwärtsverbindung wird der Zustand der Aufwärtsverbindung mit Hilfe eines Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerkers USF (Uplink State Flag) benutzt, der bei der Verkehrskanalzuweisung dem temporären Paketblock-Datenstrom (TBF - Temporary Block Flow) für die Datenübertragung in Aufwärtsrichtung der Teilnehmerstation zugeordnet wird. Der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker gibt unter Verwendung von drei Bit an, welche Teilnehmerstation im nächsten Zeitblock für eine Aufwärtsverbindung den nächsten Funkblock übertragen darf. Daher können bis zu acht Paketblock-Datenströme parallel in Aufwärtsrichtung auf einen Paketdaten-Verkehrskanal (PDTCH) gemultiplext werden.

Aufgrund der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Kontrolle der Aufwärtsrichtung sollen alle auf dem Paketdaten-Verkehrskanal in Aufwärtsrichtung gemultiplexten Teilnehmerstationen den im Funkverbindungssteuerungs-/Mediumszugriffs-(RLC/MAC)-Block-Kopfabschnitt enthaltenen Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker eines jeden in Abwärtsrichtung auf dem gleichen Zeitschlitz versendeten Funkverbindungssteuerungs-(RLC)-Blocks empfangen und korrekt dekodieren können. Um beim Empfang und der Dekodierung in der Teilnehmerstation eine Fehlerrate von weniger als 1% zu erzielen, was einer Forderung der ETSI Spezifikation GSM 05.05 entspricht, obwohl ansonsten für die Nutzdaten eine Block-Fehlerrate von

etwa 10% zulässig sein soll, der sogenannte Arbeitspunkt gemäß ETSI GSM 05.05, werden die Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker mit sehr hoher Redundanz kodiert und von ursprünglich 3 Bit auf 36 Bit erweitert. Die 36 Bit des Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerkers werden anschließend auf die 4 Bursts des Radio- bzw. Funkblocks verteilt. Außerdem wird bei der Einstellung der Sendeleistung der Basisstationen in Abwärtsrichtung darauf geachtet, dass die Sendeleistung ausreichend hoch ist, so dass auch für entfernte Teilnehmerstationen eine ausreichende Empfangsqualität sichergestellt ist.

Insbesondere für mobile Teilnehmerstationen in zellularen Kommunikationssystemen ist der sparsame Verbrauch von Energie von Bedeutung, da durch den Energieverbrauch die Dauer bis zum Austausch bzw. Aufladen der Spannungs- bzw. Stromquelle (Batterie bzw. Akkumulator) bestimmt wird. Wichtig ist eine schnelle Leistungsregelung auch für die spektrale Effizienz, da möglichst unnötige Interferenz vermieden werden soll. Allgemein ist die Leistungsregelung bei paketorientierten Verbindungen schwieriger umsetzbar als bei leitungsvermittelnden Verbindungen, da bei ersteren keine Verbindung in zwei Richtungen besteht.

Bekannt, insbesondere aus dem ETSI-GSM-Standard 5.08, sind Verfahren zur Einstellung der Funk- bzw. Hochfrequenz-Sendeleistung einer Teilnehmerstation in Aufwärtsrichtung, wobei zur Leistungsregelung/Leistungssteuerung insbesondere eine geschlossene, eine offene oder eine kombiniert geschlossene und offene Leistungsregelungs-Schleife implementiert werden.

Demgemäß wird die Funkfrequenz-Ausgangsleistung P einer Teilnehmerstation in Aufwärtsrichtung ausgedrückt durch

$$P = \Gamma_0 - \Gamma_{CH} - \alpha(C + 48) \text{ [dB]},$$

wobei alle Angaben zur Leistungsberechnung in dB angegeben werden. Diese flexible Formel eignet sich zur Berechnung mittels verschiedener Leistungsregelungs-Algorithmen. Das Netz übermittelt der Teilnehmerstation den Wert der Konstanten α ,
5 wobei $0 \leq \alpha \leq 1$ gilt, über Steuermitteilungen und bestimmt mit der Übermittlung dieser Konstante, ob zur Leistungsregelung die geschlossene, die offene oder die kombiniert geschlossene und offene Leistungsregelungs-Schleife verwendet werden soll. Γ_0 ist eine für das Frequenzband spezifische
10 Konstante und derzeit für die verschiedenen GSM-Systeme definiert, wie folgt: 39 dBm für GSM 400, GSM 900 und GSM 850 und 36dBm für DCS 1800 und PCS 1900. Der Wert Γ_{CH} ist ein für den Kanal spezifischer Leistungsregelungs- bzw. Leistungssteuerungsparameter, der durch die Basisstation berechnet wird,
15 wie folgt, um einen Ziel- bzw. Sollwert für den empfangenen Signalpegel SS_b vorzugeben und der zu der Teilnehmerstation mittels Steuermitteilungen übermittelt wird. Der Wert C entspricht dem normierten empfangenen Signalpegel bei der Teilnehmerstation.
20 Eine einfache Steuerung/Regelung einer offenen Schleife wird dadurch eingestellt, dass $\alpha = 1$ gesetzt und Γ_{CH} konstant gehalten wird. Die Ausgangsleistung der Teilnehmerstation bestimmt sich dann gemäß:

25
$$P = \Gamma_0 - \Gamma_{CH} - C - 48 \text{ [dB]}.$$

Der empfangene Signalpegel SS_m bei der Teilnehmerstation bestimmt sich aus:

30
$$SS_m = P_{BTS} - P_b - L$$

mit: P_{BTS} als maximaler Ausgangsleistung der Basisstation,

P_b als Leistungsreduzierung der Basisstation aufgrund der Leistungsregelung und

35 L als Wegeverlust (pathloss).

Der Wert C , d.h. der normierte empfangene Signalpegel, bestimmt sich bei der Teilnehmerstation aus:

$$C = SS_m + P_b = P_{BTS} - L.$$

5

Die Ausgangsleistung der Teilnehmerstation bestimmt sich demnach aus:

$$P = \Gamma_0 - \Gamma_{CH} - C - 48 = \Gamma_0 - \Gamma_{CH} - P_{BTS} + L - 48 \text{ [dB]}.$$

10

Der empfangene Signalpegel SS_b bei der Basisstation bestimmt sich aus:

$$SS_b = P - L = \Gamma_0 - \Gamma_{CH} - P_{BTS} - 48 \text{ [dB]},$$

15

wobei der konstante Wert von Γ_0 angesetzt wird gemäß

$$\Gamma_{CH} = \Gamma_0 - P_{BTS} - SS_b - 48 \text{ [dB]}$$

20 Dabei wird der Teilnehmerstation der konstante Wert Γ_{CH} von der Basisstation vorgegeben, um die Ausgangsleistung der Teilnehmerstation einzustellen. Dabei erhält die Basisstation keinerlei Informationen über den Empfangspegel bei der Teilnehmerstation.

25

Eine rein geschlossene Schleife wird dadurch vorgegeben, dass die Basisstation der Teilnehmerstation einen Wert $\alpha = 0$ übermittelt. Die Ausgangsleistung der Teilnehmerstation bestimmt sich dann aus

30

$$P = \Gamma_0 - \Gamma_{CH} \text{ [dB]}.$$

In diesem Fall entspricht der vom Netz vorgegebene Wert Γ_{CH} dem tatsächlichen Leistungspegel relativ zu Γ_0 . Die Vorgabe dieses Werts kann auf einer Messung des empfangenen Signalpegels bei der Basisstation SS_b beruhen. Die Befehle zur Leistungsregelung/steuerung können je nach Bedarf gesendet wer-

35

den, also z.B. immer dann, wenn eine Änderung erforderlich ist, um einen gewünschten Signalpegel zu erzielen.

Um eine kombinierte offene und geschlossene Schleife anzu-
5 steuern, wird für die Variable α ein Wert zwischen Null und Eins vorgegeben. Die vorstehend beschriebene Formel bleibt auch dabei anwendbar. In der Realität ist dies der normale Betriebszustand.

10 Diese Strategie zur Vorgabe einer Leistungseinstellung für die Verbindungen in Aufwärtsrichtung von der Teilnehmerstation zur Basisstation hat jedoch eine Vielzahl von Nachteilen.

So ist die Regelung bei der Aufwärtsverbindung sehr langsam.

15 Typische Regelungszyklen der derzeit bekannten Systeme haben wie z.B. geschaltete Dienste (circuit switched services) eine Dauer von 480 ms. Diese 480ms ergeben sich aus der SACCH-Periode (Slow Associated Control Channel) von 4 Multiframe
20 (4 x 120ms).

Bei Paketdatendiensten wie GPRS/EGPRS beruht die Regelung der Leistung auf Steuermitteilungen (control messages) von der Basisstation zur Teilnehmerstation, die auf dem PACCH/PDTCH
25 gesendet werden, was eine unnötige Belastung des Systems durch Signalisierung verursacht und letztendlich den ansonsten möglichen Datendurchsatz in Abwärtsrichtung reduziert. Auch bei den Paketdatendiensten ist die Steuerung der Leistungsregelung sehr langsam. Bei Regelperioden von ca. 32
30 Funk-Blöcken mit jeweils 20ms Dauer ergeben sich bei einem Teilnehmer auf dem Paketdatenkanal 640ms und bei einem Multiplex von n Teilnehmern $n \times 640ms$.

Die temporären Paketblock-Datenströme (TBFs) in Aufwärtsrichtung
35 sind im allgemeinen sehr kurz und bestehen oft nur aus einigen wenigen Funk- bzw. Radioblöcken. Aufgrund des Multiplexens werden die Paketblock-Datenstrom-Funkblöcke jedoch

über eine lange Zeitdauer verteilt. An die tatsächliche Variation der Funkkanal-Zustände kann sich daher die Leistungsregelungsstrategie bei Regelzyklen von mehr als 640ms, wie oben beschrieben, jedoch nicht so schnell anpassen, wie dies wünschenswert ist.

Letztendlich ist für die vorstehende Leistungsregelung zu Beginn die Einstellung einer offenen Schleife erforderlich. Offene Schleife bedeutet jedoch eine Einstellung nur abhängig vom Empfangspegel der Teilnehmerstation unter Annahme der Reziprozität des Funkkanals. Interferenzzustände am Ort der Basisstation können und werden nicht berücksichtigt. Damit ist eine Gewährleistung der Qualität bzw. des Signal-Störabstandes C/I nicht möglich. Der Übergang zu einer geschlossenen oder einer geeigneten kombinierten Schleife erfolgt nur langsam und zudem erst nach einer ersten Messung von Signalen einer Aufwärtsverbindung von der Teilnehmerstation zu der Basisstation. Eine schnelle Leistungsregelung wäre jedoch erforderlich, um störende Interferenz insbesondere beim Beginn der Paketdatenübertragung zu reduzieren. Außerdem greift das bisherige Konzept überhaupt nicht bei kurzen Paketdatenflüssen (TBFs) in Aufwärtsrichtung.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein verbessertes Verfahren zur Leistungsregelung in Aufwärtsverbindungen und entsprechende Netzeinrichtungen vorzuschlagen.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. die Netzeinrichtungen gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 16 bzw. eine Station gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 18 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

Dieses Verfahren erlaubt eine schnelle Leistungsregelung in Aufwärtsrichtung mit geschlossener Schleife. Der schnelle Re-

gelmechanismus arbeitet bei den derzeitigen Systemen vorzugsweise in bis zu 40ms Schritten, was die Aussteuerung auch sehr kurzer Datenflüsse (TBFs) erlaubt. Beim Multiplexen von zwei oder mehr TBFs auf dem gleichen Paketdatenkanal (PDTCH) bietet dieses Verfahren eine blockgenaue Regelung. Die Regelung kann bereits beim zweiten in Aufwärtsrichtung gesendeten Block greifen.

Dabei misst die Netzstation bzw. Basisstation den Empfangspegel und die Qualität (C/I) der aufwärts gesendeten Funkblöcke eines TBFs und gibt via einem modifizierten Aufwärtsverbindungs-Merker-Kontrollsignal für den nächsten Block die gewünschte Leistungsänderung der Teilnehmerstation durch. Die Regelung kann dabei auf Block-zu-Block-Basis erfolgen oder mittels Mittelwertbildung und Filterung, z.B. sogenannter RUNNING AVERAGE FILTER, in der Netzstation auch glättend über mehrere Blöcke hinweg wirken.

Diese schnelle Leistungsregelung für Aufwärtsverbindungen ist insbesondere bei auf GSM beruhenden Paketdatensystemen wie GPRS, EGPRS und in Zukunft GERAN (GSM EDGE Radio Access Network) sehr effizient. Insbesondere ist dieses Verfahren vollständig kompatibel zu der GSM Fassung 99. Vorteilhafterweise werden anstelle der derzeit erforderlichen 480 ms pro Regelungszyklus im derzeitigen Idealfall nur noch 40 ms pro Regelungszyklus benötigt. 40 ms entsprechen dabei zwei benachbarten Funkblöcken mit jeweils 4 Bursts sowie einige Verzögerungen durch Berechnungen).

Besonders vorteilhaft ist die Anwendung des Verfahrens zur schnellen Leistungsregelung in Aufwärtsrichtung daher im Zusammenhang mit GPRS/EGPRS und dynamischer Zuweisung des Paketdaten-Verkehrskanals. Eine Anwendung ist aber mit geringen Modifikationen auch bei Systemen mit einer festen Kanalzuweisung möglich.

Die Verwendung von Kodeworten der Aufwärtsverbindungs-Merker USF zur Übertragung von Leistungsregelungs-Informationen bietet eine ausreichende Stabilität für eine Dekodierung bei zugleich einer nur geringfügig verschlechterten Dekodierbarkeit der Aufwärtsverbindungs-Merker.

Die Strategie ist insbesondere rückwärtskompatibel zum bisherigen GSM/GPRS/EGPRS-Standard, da alte Teilnehmerstationen den ihnen bekannten Aufwärtsverbindungs-Merker (USF) dekodieren und die "Schnelle Leistungsregelungs"-Information ignorieren können. Änderungen des derzeitigen RLC/MAC-Kopfabschnitts sind nicht erforderlich. Für zukünftige Standards, beispielsweise GERAN, könnte die schnelle Leistungsregelungs-Information auch als separates Feld in neu zu definierende RLC/MAC-Kopfabschnitte der Funk-Blöcke in Abwärtsrichtung aufgenommen werden oder eventuell auch über die sogenannten Stealing-Flags des Funk-Blocks signalisiert werden. Dann ist jedoch die Rückwärtskompatibilität nicht mehr gewährleistet.

20

Ein Ausführungsbeispiel wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Überblick über ein Funk-Kommunikationssystem,

Fig. 2 eine Zuordnung verschiedener Anweisungs- und Sendefolgen zwischen Abwärts- und Aufwärtsverbindungsblöcken,

30

Fig. 3 ein Diagramm einer synthetischen Bestimmung von Empfangsqualitäten bei Anwendung von Parametern des bevorzugten Ausführungsbeispiels mit fester Frequenz und

35

Fig. 4 ein Diagramm einer synthetischen Bestimmung von Empfangsqualitäten bei Anwendung von Parametern des

bevorzugten Ausführungsbeispiels bei Frequenz-Hopping.

5 Wie aus Fig. 1 ersichtlich, besteht ein Mobilfunksystem als Beispiel eines Funk-Kommunikationssystems aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC sowie Dienste- und Zugangsnetz-knoten SGSN (Serving GPRS Support Node), die untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN oder
10 einem Paketdatennetz PDN herstellen. Weiterhin sind diese Mobilvermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest Basisstations-Steuerereinrichtung BSC einer Einrichtung RNM zum Zuteilen von funktechnischen Ressourcen verbunden. Jede dieser Einrichtungen BSC ermöglicht wiederum eine Verbindung zu zumindest
15 einer Basisstation BTS. Eine solche Basisstation BTS kann über eine Funkschnittstelle eine Verbindung zu Teilnehmer-Stationen, z.B. mobilen Stationen MS oder anderweitigen mobilen und stationären Endgeräten aufbauen. Durch jede Basisstation BTS wird zumindest eine Funkzelle Z gebildet. Bei
20 einer Sektorisierung oder bei hierarchischen Zellstrukturen werden pro Basisstation BTS auch mehrere Funkzellen Z versorgt. Die Basisstationen und die diese steuernden Einrichtungen bilden ein Basisstationssystem (BSS/Base Station System).

25 In Fig. 1 sind beispielhaft bestehende Verbindungen V1, V2, V3 zur Übertragung von Nutzinformationen und Signalisierungsinformationen zwischen mobilen Teilnehmer-Stationen MS und einer Basisstation BTS und eine Anforderung zur Ressourcenzuteilung oder eine kurze Bestätigungsmeldung in einem
30 Zugriffskanal (P)RACH ((Packet) Random Access CHannel) durch eine weitere mobile Station MS dargestellt. Weiterhin ist ein Organisationskanal BCCH (Broadcast Control CHannel) dargestellt, der zur Übertragung von Nutz- und Signalisierungsinformationen mit einer definierten Sendeleistung von jeder der
35 Basisstationen BTS für alle mobilen Stationen MS bereitgestellt wird.

Ein Operations- und Wartungszentrum OMC realisiert Kontroll- und Wartungsfunktionen für das Mobilfunksystem bzw. für Teile davon. Die Funktionalität dieser Struktur ist auf andere
5 Funk-Kommunikationssysteme übertragbar, insbesondere für Teilnehmerzugangsnetze mit drahtlosem Teilnehmeranschluß.

Gemäß einer beispielhaften Rahmenstruktur für die Funkübertragung von Paketdaten auf einem Paketdatenkanal PDCH bei
10 GPRS/EGPRS-Systemen wird der GSM-Träger mit 200kHz Bandbreite in acht Zeitschlitzte zerlegt. Ein aus 52 TDMA-Frames/Rahmen bestehender Paketdatenkanal PDCH belegt genau einen Zeitschlitz, der nochmals in insbesondere 12 Funk-Blöcke B0,...,B11 mit jeweils vier Bursts zerlegt wird. Mehrere Teil-
15 nehmer-Stationen MS, in der Regel bis zu acht in Aufwärtsrichtung bzw. bis zu 32 in Abwärtsrichtung, werden auf dem Paketdatenkanal PDCH gemultiplext, indem ihnen jeweils durch Paketverteilungs-Einheiten (Scheduler) im Basisstations-Subsystem BSS die entsprechenden Funk-Blöcke B0,...,B11 nach-
20 einander zugewiesen werden.

Gemäß einer besonders bevorzugten, in Fig. 2 skizzierten Ausführungsform ist ein Multiframe eines GSM/GPRS-Paketdaten-Verkehrskanals in eine Vielzahl von Funk-Blöcken mit einer
25 Dauer von jeweils 20 ms aufgeteilt. Jeder Funk- bzw. Radio-Block besteht aus 4 aufeinanderfolgenden Bursts des selben Zeitschlitzes. Dabei findet eine abwechselnde Aufteilung der Funkzugriffe für Abwärtsverbindungen DL und Aufwärtsverbindungen UL statt, wobei die Abwärtsverbindungen DL zur besseren
30 Verdeutlichung in einer oberen Zeile und die Aufwärtsverbindungen UL in einer unteren Zeile skizziert sind. Im unteren Abschnitt der Fig. 2 ist schematisch die Anordnung entsprechender Netzeinrichtungen skizziert.

35 Die von der Basisstation BTS in Abwärtsverbindung DL übertragenen Übertragungsblöcke umfassen jeweils einen ersten Kopfabschnitt, der u.a. einen Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungs-

merker USF überträgt, und einen Funk-Datenblock. Der Funk-Datenblock ist beim dargestellten Ausführungsbeispiel zweimal hintereinander mit einer Lücke von einem (1) Radio-Block für die Teilnehmerstation MS 1 bestimmt. Der jeweilige Kopfab-

5 schnitt überträgt entsprechende Informationen zu den Daten des Funk-Datenblocks an die Teilnehmerstation MS1. Dahingegen wird der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF, der von allen der Teilnehmerstationen MS1 - MSx ($x = 0, \dots, \text{insbes. max. } 32$) empfangen wird, an diejenige Teilnehmerstation

10 MS2 gesendet, die den nächsten, hier den direkt folgenden Funk-Block in Aufwärtsrichtung UL zugewiesen bekommt. Der Inhalt des zweiten Funk-Blocks in Abwärtsrichtung hätte auch an eine beliebige Teilnehmerstation MSx gerichtet sein können. Aufwärts- und Abwärtsrichtung sind abgesehen vom Aufwärtsver-

15 bindungs-Kennzeichnungsmerker USF zur Steuerung der Aufwärtsrichtung vollständig entkoppelt.

Vorteilhafterweise wird der Teilnehmerstation MS2 zusammen mit dem Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF eine zu-

20 sätzliche Information übertragen, aus der die Teilnehmerstation MS2 entnehmen kann, ob die Sendeleistung für die nachfolgende Aufwärtsverbindung UL z.B. konstant gehalten, erhöht, erniedrigt oder stark erhöht werden soll. D.h. mit dem Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF wird eine zu-

25 sätzliche Information bzw. Anweisung zur schnellen Leistungsregelung PC an eine Teilnehmerstation MS2 übertragen, für die der Funk-Datenblock standardgemäß eigentlich keine Informationsdaten enthält.

30 Beim Empfang dieses nächsten Aufwärtsverbindungs-Funk-Datenblocks misst und berechnet die Basisstation BTS die empfangene Leistung bzw. den empfangenen Signalpegel bzw. Signal-Stör-Abstand C/I in einer Leistungs-Regelungseinrichtung PCU, die z.B. in der Basisstation BTS oder in der Einrichtung RNM

35 zum Zuteilen von funktechnischen Ressourcen BSC lokalisiert ist oder in einem anders gearteten Funktionsblock zur Leistungsregelung in diesen oder anderen Einrichtungen und ver-

gleich diesen Signalpegel/ Signal-Stör-Abstand C/I mit einem Sollwert. Weicht der von der Teilnehmerstation MS2 empfangene Signalpegel zu sehr von dem Sollwert ab, so überträgt die Basisstation BTS mit dem nächsten Funk-Datenblock, der einen

5 Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF für diese Teilnehmerstation MS2 enthält, zugleich die entsprechende Anweisung zur Korrektur der Sendeleistung PC für die nächsten Aufwärtsverbindungen UL dieser Teilnehmerstation MS2 mit. Beim

10 Beispiel der Fig. 2 handelt es sich bereits um den jeweils nächsten Funk-Block, so dass die erste Anweisung zur Korrektur der Sendeleistung bereits nach nur 20 ms erfolgt.

Gemäß alternativer Ausführungsformen kann bereits bei der allerersten Übertragung eines Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerkers USF an eine neu bei der Basisstation BTS eingebuchte Teilnehmerstation MS4 zusammen mit diesem eine Anweisung zur Erhöhung oder Erniedrigung der Sendeleistung im folgenden Aufwärtsverbindungs-Funk-Datenblock übermittelt werden. Dies ist beispielsweise dann vorteilhaft, wenn im Bereich dieser Basisstation BTS eine deutlich geringere bzw.

15 höhere Sendeleistung erforderlich ist, als allgemein üblich bzw. die Interferenz-Situation am Ort der Basisstation BTS dies nahelegt.

25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann zusätzlich vorgesehen werden, dass ein Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF mit einer Information bzw. Anweisung zur schnellen Leistungsregelung PC auch dann an eine Teilnehmerstation MS2 übermittelt werden kann, wenn bei keiner zur Zeit bei der Basisstation BTS eingebuchten Teilnehmerstationen MS1 - MS4 Da-

30 ten zum Versand in Aufwärtsrichtung UL vorliegen, bei der Basisstation BTS aber bei einem letzten Empfang eines Funk-Datenblocks in Aufwärtsrichtung UL ermittelt wurde, dass für die entsprechende Teilnehmerstation MS2 eine Korrektur der

35 Sendeleistung in Aufwärtsrichtung UL erforderlich wäre. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die erforderliche Sendeleistungskorrektur PC größer ist, als mit einer einzigen

Korrekturübermittlung signalisiert werden kann. In einem solchen Fall wird die Korrektur der Teilnehmerstations-seitigen Sendeleistung über mehrere an diese übermittelte Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF angewiesen.

5

Neben Datenblöcken kann der modifizierte Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF mit PC einer Leistungsregelungs-Information genauso in Signalisierungsblöcken bzw. Dummy-Blöcken in Abwärtsrichtung eingesetzt werden. Dies ist beispielsweise dann nötig, wenn kein Verkehr in Abwärtsrichtung DL herrscht.

10

Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die 3-Bit-Information der bekannten Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF um zwei weitere Bit ergänzt, was eine Übertragung von insgesamt vier Anweisungen zur Leistungsregelungs-Anweisungen PC ermöglicht. Wie aus der ersten folgenden Tabelle ersichtlich, kann einer Teilnehmerstation MS für die Sendeleistung ihrer nächsten Aufwärtsverbindung z.B. mit den entsprechenden 2-Bit-Anweisungen (00) die Beibehaltung der momentanen Sendeleistung, mit (01) die Erhöhung um 2 dB, mit (01) die Erniedrigung um 2dB und mit (11) die Erhöhung um 4dB angewiesen werden.

15

20

PC	Leistung	2-Bit
0:	+0 dB	0 0
1:	+2 dB	0 1
2:	-2 dB	1 0
3:	+4 dB	1 1

25

30

Das Hinzufügen noch weiterer Bit ermöglicht noch differenziertere Leistungsregelungs-Anweisungen. Weniger Bit, z.B. nur ein einziges Bit, würde nur eine Regelung nach oben oder unten erlauben. Insbesondere bei einer unsymmetrischen Anzahl von wie hier drei Leistungsstufen mit einer Anweisung zur Änderung der Sendeleistung an die Teilnehmerstation MS wird eine Lösung bevorzugt, bei der mehr Anweisungen PC für eine Er-

35

- höhung als für eine Erniedrigung der Sendeleistung bereitstehen. In der Regel ist eine schnelle Erhöhung der Leistung für den sicheren Betrieb des Kommunikationssystems wichtiger als eine schnelle Erniedrigung, da eine zu niedrige Sendeleistung zu Datenverlusten oder Verlust der Verbindung führt, während eine zu hohe Sendeleistung in erster Linie zu einem senderseitigen Verlust an Energie und eventuell zu Interferenzen führt.
- 10 Vorteilhafterweise kann diese Lösung mit der bekannten Lösung zur Regelung der Sendeleistung in Aufwärtsverbindungen kombiniert werden. Insbesondere ist eine Berücksichtigung bei der Bestimmung des Wertes Γ_{CH} möglich, der vom Netz bzw. der Basisstation BTS zu der Teilnehmerstation MS übermittelt wird.
- 15 Dies führt dann vorzugsweise zu der Formel

$$\Gamma_{CH} = \Gamma_0 - P_{BTS} - SS_b - 48 + \beta \times \text{sum}(\mu_i)$$

- mit $0 < \beta < 1$ und μ_i , welche die schnelle Regelung zur Leistungskorrektur PC innerhalb der langzeitigen Regelung der Leistungskorrektur darstellen.
- 20

- Die Eingliederung einer solchen zusätzlichen Leistungsregelungsinformation in das bestehende Konzept der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF erfolgt vorteilhafterweise derart, dass die Sicherheit der Bestimmung der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF bei den Teilnehmerstationen MSx nicht über die zulässigen Grenzen hinaus verschlechtert wird. Dazu werden die zusätzlichen Informations-Bit in den bestehenden 36-Bit-Kode für die Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF im RLC/MAC-Kopfabschnitt so versteckt, dass der Schutzmechanismus gegen Übertragungsfehler nicht zu einer Fehlermeldung für die gesamte Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Information eines in Abwärtsrichtung übertragenen Funk-Datenblocks führt.
- 30
- 35

Bei dem Modulierungs- und Kodierungsschema EGPRS MCS
 5, ..., 9 mit 8PSK-modulierten Funk-Blöcken wird eine Vorko-
 dierung der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF von
 3 Bit zu 36 Bit durchgeführt (s. GSM 05.03), wie dies in der
 5 nachfolgenden zweiten Tabelle aufgelistet ist.

In der ersten Spalte sind die derzeit üblichen acht Aufwärts-
 verbindungs-Kennzeichnungsmerker $USF_i = USF_0 - USF_7$ und die
 zugeordnete 3-Bit-Kodierung aufgelistet, die zur internen
 10 Steuerung in dem Kommunikationsnetz, insbesondere zur Berech-
 nung innerhalb der Basisstation BTS bzw. der Basisstations-
 Steuereinrichtung BSC (Base Station Controller) verwendet
 wird. Die nächste Spalte stellt die jeweils dazu zugeordneten
 36 Bit $u'(0) - u'(35)$ dar, die formell wiederum in jeweils
 15 vier Burst untergliedert sind (Interleaving).

USF: d(0), d(1),d(2)	u'(0),u'(1),...,u'(35)			
	burst 0	burst 1	burst 2	burst 3
USF ₀ : 000	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0
USF ₁ : 001	1 1 1 1 1 0 0 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 1
USF ₂ : 010	1 1 1 0 0 1 1 1 0	1 1 1 0 1 1 1 0 0	1 1 0 0 0 0 1 1 0	1 1 0 0 0 1 1 0 0
USF ₃ : 011	1 0 0 1 1 1 1 0 0	1 1 0 0 0 0 0 1 1	1 0 1 1 1 0 1 1 1	0 0 1 0 0 1 1 1 1
USF ₄ : 100	0 0 0 1 1 0 0 1 1	0 0 1 0 1 1 0 1 0	1 0 0 0 0 1 1 0 1	1 1 1 1 1 1 1 1 0
USF ₅ : 101	1 1 0 1 0 1 0 1 1	0 0 0 1 1 0 1 0 1	0 1 1 1 0 1 0 1 1	1 0 0 1 0 1 0 1 1
USF ₆ : 110	0 0 1 0 0 1 1 0 1	1 0 1 1 1 1 1 1 1	0 1 1 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 1 0 1 0 0
USF ₇ : 111	0 1 1 0 1 0 1 1 1	0 1 0 1 0 1 1 1 1	0 0 0 1 1 1 1 1 0	0 1 0 0 1 0 0 1 1

Diese Kodierung ermöglicht einen idealen sogenannten Hamming-
 Abstand der einzelnen Kodewörter zueinander, so dass eine be-
 20 sonders sichere Dekodierung der Aufwärtsverbindungs-Kenn-
 zeichnungsmerker USF mit einer Fehlerrate von 1% trotz einer
 allgemeinen Block-Fehlerrate von etwa 10% ermöglicht. Der
 Hamming-Abstand zwischen den 36 Bit der Darstellung der Auf-
 wärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF beträgt +20 oder
 25 +21, was einer sehr guten Trennung zwischen den Aufwärtsver-
 bindungs-Kennzeichnungsmerkern USF entspricht.

Entsprechend der ersten Tabelle werden für jeden Wert der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF_i mit $0 \leq i \leq 7$ und deren 36-Bit-Darstellung drei zusätzliche Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Werte USF_{ij} eingeführt, mit

5

USF_{i1} : erhöht die Leistung um 2dB

USF_{i2} : erniedrigt die Leistung um 2 dB

USF_{i3} : erhöht die Leistung um 4dB

10 so dass $0 \leq j \leq 3$ gilt, wobei der Zustand USF_{i0} der ursprünglichen Anweisung mit dem unveränderten Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker USF_i entspricht und keine Leistungsveränderung bewirkt. Dies ermöglicht insbesondere den weiteren Einsatz von älteren Teilnehmerstationen MS, die eine
15 solche schnelle Aufwärtsverbindungs-Leistungsregelung PC nicht implementiert haben. Mit anderen Worten ist dieses Verfahren bei einer Anwendung im Zusammenhang mit dem GSM-Standard rückwärts-kompatibel.

20 Bei der bevorzugten Ausführungsform wird die 36-Bit-Darstellung der 4×8 Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Werte USF_{ij} derart festgelegt, dass der Hamming-Abstand zwischen jedem der Werte für gleiche Indizes i minimal bzw. je nach Härte der Kodierung zumindest "klein" bleibt und der Hamming-
25 Abstand zwischen jedem der Werte mit verschiedenem Index i maximal bzw. "groß" ist. Dies entspricht einem guten Kompromiss zwischen einerseits einer guten Dekodierung der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Werte USF_{ij} und andererseits einer guten, schnellen Dekodierung der Leistungsregelung für die Aufwärtsrichtung.
30

Wie auch aus der vierten Tabelle ersichtlich, entstehen acht Untergruppen aus Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Werten USF_{ij} , die von einer Teilnehmerstation MS_x mit einer
35 entsprechenden Dekodierungseinrichtung zur Regelung der Sendeleistung ab der jeweils nächsten Übertragung in Aufwärtsrichtung UL ausgewertet werden. Dadurch kann einer Teilneh-

merstation MSx mit $1 \leq x \leq 8$ zusammen mit der Anweisung zur Übertragung in Aufwärtsrichtung bei Bedarf zugleich eine Anweisung zur Korrektur der Sendeleistung übermittelt werden, wobei hier beispielsweise jeweils vier Untergruppen zur Übertragung der Leistungsinformation verfügbar sind.

Demnach aktivieren alle in Abwärtsrichtung DL gesendeten Werte USF_{ij} mit gleichem i die selbe Teilnehmerstation MSx für die Aufwärtsrichtung und der Parameter j spezifiziert nunmehr das zusätzliche Leistungsregelungs-Kommando für die selbe Teilnehmerstation MSx.

Insbesondere durch die Bündelung bzw. Gruppierung der einzelnen Leistungs-Korrektur-Bit um die bestehenden Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Werte $USF_i = USF_{i0}$ herum sowie durch die große Anzahl an Funk-Blöcken, die zu jedem temporären Paketblock-Datenstrom TBF gehören und zu einer Fehlermitteilung führen, ist es möglich, eine nur geringfügig höhere Fehlerwahrscheinlichkeit zu erzielen, wie folgt.

Eine geeignete Form der Kodierung besteht in der Änderung jeweils nur eines einzelnen bzw. nur sehr wenigen der 36 Bit pro Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Wert USF_{ij} .

Ein Beispiel für eine besonders bevorzugte Kodierung wird dadurch erzielt, dass aus die 2-Bit-Darstellung für die schnelle Leistungsregelung PC in eine 3-Bit-Darstellung pc0-1-2 umgewandelt wird, wie dies in der nachfolgenden Tabelle dargestellt ist:

30

PC	Leistung	2-Bit	pc0-1-2
0:	+0 dB	0 0	0 0 0
1:	+2 dB	0 1	0 1 1
2:	-2 dB	1 0	1 0 1
3:	+4 dB	1 1	1 1 0

35

Zur Erhöhung des Hamming-Abstands zwischen diesen Kodeworten werden diese 3 Bit für alle Leistungsbefehle dreimal wiederholt, so dass vier neue Kodeworte mit einer Länge von jeweils neun Bit entstehen. Diese drei Kodeworte zur Änderung der
 5 Sendeleistung werden jeweils über eine Exklusiv-ODER-Verknüpfung (X-OR) mit den ersten 9 Bit des ursprünglichen Kodeworts ($u(0) \dots u(8)$) verknüpft. Die vierte Tabelle zeigt die sich daraus ergebenden Kodeworte der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Werte USF_{ij} .

10

USF_{ij} $d(0), d(1), d(2)$	Leistungs- regelungs- Information	$u'(0), u'(1), \dots, u'(35)$			
		burst 0	burst 1	burst 2	burst 3
USF_{00} : 000	0dB	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0
USF_{01} : 000	-2dB	0 1 1 0 1 1 0 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0
USF_{02} : 000	+2dB	1 0 1 1 0 1 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0
USF_{03} : 000	+4dB	1 1 0 1 1 0 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0
USF_{10} : 001	0dB	1 1 1 1 1 0 0 0 0	1 1 1 1 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 1
USF_{11} : 001	-2dB	1 0 0 1 0 1 0 1 1	1 1 1 1 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 1
USF_{12} : 001	+2dB	0 1 0 0 1 1 1 0 1	1 1 1 1 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 1
USF_{13} : 001	+4dB	0 0 1 0 0 1 1 0 1	1 1 1 1 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0 0 0	1 1 1 1 1 0 0 0 1
USF_{20} : 010	0dB	1 1 1 0 0 1 1 1 0	1 1 1 0 1 1 1 0 0	1 1 0 0 0 0 1 1 0	1 1 0 0 0 1 1 0 0
USF_{21} : 010	-2dB	1 0 0 0 1 0 1 0 1	1 1 1 0 1 1 1 0 0	1 1 0 0 0 0 1 1 0	1 1 0 0 0 1 1 0 0
USF_{22} : 010	+2dB	0 1 0 1 0 0 0 1 1	1 1 1 0 1 1 1 0 0	1 1 0 0 0 0 1 1 0	1 1 0 0 0 1 1 0 0
USF_{23} : 010	+4dB	0 0 1 1 1 1 0 0 0	1 1 1 0 1 1 1 0 0	1 1 0 0 0 0 1 1 0	1 1 0 0 0 1 1 0 0
USF_{30} : 011	0dB	1 0 0 1 1 1 1 0 0	1 1 0 0 0 0 0 1 1	1 0 1 1 1 0 1 1 1	0 0 1 0 0 1 1 1 1
USF_{31} : 011	-2dB	1 1 1 1 0 0 1 1 1	1 1 0 0 0 0 0 1 1	1 0 1 1 1 0 1 1 1	0 0 1 0 0 1 1 1 1
USF_{32} : 011	+2dB	0 0 1 0 1 0 0 0 1	1 1 0 0 0 0 0 1 1	1 0 1 1 1 0 1 1 1	0 0 1 0 0 1 1 1 1
USF_{33} : 011	+4dB	0 1 0 0 0 1 0 1 0	1 1 0 0 0 0 0 1 1	1 0 1 1 1 0 1 1 1	0 0 1 0 0 1 1 1 1
USF_{40} : 100	0dB	0 0 0 1 1 0 0 1 1	0 0 1 0 1 1 0 1 0	1 0 0 0 0 1 1 0 1	1 1 1 1 1 1 1 1 0
USF_{41} : 100	-2dB	0 1 1 1 0 1 0 0 0	0 0 1 0 1 1 0 1 0	1 0 0 0 0 1 1 0 1	1 1 1 1 1 1 1 1 0
USF_{42} : 100	+3dB	1 0 1 0 1 1 1 1 0	0 0 1 0 1 1 0 1 0	1 0 0 0 0 1 1 0 1	1 1 1 1 1 1 1 1 0
USF_{43} : 100	+4dB	1 1 0 0 0 0 1 0 1	0 0 1 0 1 1 0 1 0	1 0 0 0 0 1 1 0 1	1 1 1 1 1 1 1 1 0
USF_{50} : 101	0dB	1 1 0 1 0 1 0 1 1	0 0 0 1 1 0 1 0 1	0 1 1 1 0 1 0 1 1	1 0 0 1 0 1 0 1 1
USF_{51} : 101	-2dB	1 0 1 1 1 0 0 0 0	0 0 0 1 1 0 1 0 1	0 1 1 1 0 1 0 1 1	1 0 0 1 0 1 0 1 1
USF_{52} : 101	+2dB	0 1 1 0 0 0 1 1 0	0 0 0 1 1 0 1 0 1	0 1 1 1 0 1 0 1 1	1 0 0 1 0 1 0 1 1
USF_{53} : 101	+4dB	0 0 0 0 1 1 1 0 1	0 0 0 1 1 0 1 0 1	0 1 1 1 0 1 0 1 1	1 0 0 1 0 1 0 1 1
USF_{60} : 110	0dB	0 0 1 0 0 1 1 0 1	1 0 1 1 1 1 1 1 1	0 1 1 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 1 0 1 0 0
USF_{61} : 110	-2dB	0 1 0 0 1 0 1 1 0	1 0 1 1 1 1 1 1 1	0 1 1 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 1 0 1 0 0
USF_{62} : 110	+2dB	1 0 0 1 0 0 0 0 0	1 0 1 1 1 1 1 1 1	0 1 1 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 1 0 1 0 0
USF_{63} : 110	+4dB	1 1 1 1 1 1 0 1 1	1 0 1 1 1 1 1 1 1	0 1 1 0 1 0 0 0 1	0 0 1 1 1 0 1 0 0
USF_{70} : 111	0dB	0 1 1 0 1 0 1 1 1	0 1 0 1 0 1 1 1 1	0 0 0 1 1 1 1 1 0	0 1 0 0 1 0 0 1 1
USF_{71} : 111	-2dB	0 0 0 0 0 1 1 0 0	0 1 0 1 0 1 1 1 1	0 0 0 1 1 1 1 1 0	0 1 0 0 1 0 0 1 1
USF_{72} : 111	+2dB	1 1 0 1 1 1 0 1 0	0 1 0 1 0 1 1 1 1	0 0 0 1 1 1 1 1 0	0 1 0 0 1 0 0 1 1
USF_{73} : 111	+4dB	1 0 1 1 0 0 0 0 1	0 1 0 1 0 1 1 1 1	0 0 0 1 1 1 1 1 0	0 1 0 0 1 0 0 1 1

Erste Simulationen mit den Werten des Kodierungsschemas der vorstehenden Tabelle sind in den Fig. 3 und 4 mit fester Frequenzzuweisung für einzelne Teilnehmerstationen bzw. idealem Frequenzspringen (frequency hopping) für das EGPRS-Kodier-
 5 schema MCS-5 dargestellt.

Das Kodierungsschema ist demnach gut genug, um die Leistungs-Regelungs-Anweisungen mit einer tolerierbaren Wort-Fehler-Wahrscheinlichkeit $PC_{err} < 2,0\%$ bei $C/I > 13,5$ dB (BLER =
 10 10%) für Frequenzspringen (Fig. 4) und $PC_{err} < 5e-3$ bei $C/I > 18,0$ dB (BLER =10%) für feste Frequenzen (Fig. 3) zu erzielen (mit BLER: Block Error Rate).

Minimale Hamming-Abstände von 19 - 22 sind bei allerdings re-
 15 lativ großem Fehler erzielbar. Bevorzugt werden Hamming-Abstände von 14 - 17, da dadurch die Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Detektierwahrscheinlichkeit bei sehr guten Ergebnissen der Leistungssteuerung PC ermöglicht wird.

20 Die Verschlechterung der Dekodierung der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Werte USF_{ij} ist aufgrund des relativ zur verwendeten Kodierung kleinen Hamming-Abstands zwischen den Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Worten mit gleichem Index i bzw. des relativ zur verwendeten Kodierung großen
 25 Hamming-Abstands zwischen den Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Worten mit unterschiedlichem Index i sehr gering. Die Ergebnisse lauten wie folgt:

	mit FH	ohne FH	(FH: Frequenzspringen)
30			
	BLER	10 %	10 %
	C/I dB	13,5	18,0
	USFerr	< 1e-3	< 1e-3
35	mit neuem Kodierungsschema:		
	USFerr	<1 e-3	< 1e-3
	PCerr	2,0 %	5e-3

Sogar bei einer Blockfehlerrate $BLER = 50\%$ ist der Fehler PCerr hinsichtlich der korrekten Dekodierung der Leistungsregelung PC geringer als 10% . Selbst eine so große Fehlerrate
5 ist durchaus tolerierbar, da sie sich bei langen Paketblock-Datenströmen TBFs mit mehreren Blöcken in Aufwärtsrichtung ausmitteln würde. Für andere 8-PSK-modulierten Kodierungsschemata (MCS-6 bis MCS-9) ist ein höheres Verhältnis C/I mit 10% Blockfehlerrate erforderlich als beim MCS-5-Kodierungsschema, da dort eine kleinere bzw. schwächere Datenkodierung
10 vorgenommen wird. Die Kodierung der Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Werte USF und der Leistungsregelungs-Anweisungen bleibt vorzugsweise die selbe. Daher ist davon auszugehen, dass die Aufwärtsverbindungs-Kennzeichnungsmerker-Werte USF bzw. die Leistungsregelungs-Dekodierung beim tatsächlichen üblichen Arbeitspunkt sehr
15 viel bessere Ergebnisse bieten wird.

Vorteilhafterweise kann eine Teilnehmerstation (MS) eine
20 Glättungseinrichtung oder Glättungsfunktion aufweisen, die anfangs eine starke und später eine schwache Glättung vornimmt. Beim Einbuchten einer Teilnehmerstation (MS) in ein Kommunikationsnetz bzw. beim Beginn eines Paketdatenflusses TBF liegt die Sendeleistung (PC) unter Umständen weit ab von
25 einem für die spezielle Umgebung geeigneten Wert. Durch die Aufnahme der Leistungskorrekturwerte, insbesondere z.B. deren Summe in einem Speicher und Heranziehen dieser Daten bei der Berechnung eines Korrekturwertes innerhalb der Teilnehmerstation ist eine Glättung einfach umsetzbar. Empfangene Werte
30 oder falsch dekodierte Leistungs-Korrekturwerte, die versehentlich eine zu große oder zu kleine Korrektur fordern, werden auf diese Art durch z.B. einfache arithmetische Mittelung geglättet.

35 Vorteilhafterweise besitzt auch das Netzwerk eine solche Glättungseinrichtung, um eventuelle kanalbedingte Schwankungen des Empfangspegels bzw. der Empfangsqualität nicht unge-

filtert an die Teilnehmerstation MSx mittels Leistungssteuerungs-Kommando weiterzugeben, und um so evtl. ein Aufschwingen des Regelkreises zu vermeiden.

- 5 Die Leistungsregelung PC kann bereits nach dem Empfang des ersten Funk-Blocks in Aufwärtsrichtung beginnen. Wird beim Multiplexen in Aufwärtsrichtung einer Teilnehmerstation MSx nicht eine Sequenz aufeinanderfolgender Blöcke zugeteilt, sondern immer nur mindestens jeder zweite Block, so kann die
- 10 Leistungsregelung PC aufgrund des 40ms Regelzyklusses auf jeden Block einwirken. Bei einer Sequenz aufeinanderfolgender Blöcke ist das nur bei jedem zweiten Block möglich, obwohl man natürlich zweimal hintereinander um beispielsweise 2dB erhöhen könnte, um so z.B. +4dB Sende-Leistungs-Zunahme zu
- 15 erzielen.

Die Verwendung bzw. Verfügbarkeit der Leistungssteuerung bzw. Leistungsregelung PC sollte das Netzwerk in der Zelle über den Nachrichten- bzw. Broadcast-Kanal BCCH anzeigen. Ferner

20 wäre es sinnvoll, wenn Teilnehmerstationen ihre Fähigkeit zur Leistungsregelung PC dem Netzwerk beim Verbindungsaufbau mitteilen und danach die Verwendung der Leistungsregelung PC PC aushandeln.

- 25 Die Funktionalität der Leistungsregelung PC sollte vom Operator mittels OMC im Netzwerk ein- und ausschaltbar sein.

Die Paketdaten-Steuereinrichtung PCU (Packet Control Unit) kann alternativ auch in anderen Netzeinrichtungen, z.B. der

30 Basisstations-Steuereinrichtung BSC lokalisiert sein.

Neben der Leistungsregelungs-Information können durch oben beschriebenes Verfahren auch andere oder zusätzliche Parameter vom Netzwerk an die Teilnehmerstationen übertragen werden. Denkbar ist auch ein zyklischer Wechsel von Leistungsregelungs-Parametern mit den anderen Parametern, beispielsweise

35 in Abhängigkeit der Blocknummer oder der TDMA-Framenummer,

24

und zwar z.B. für den Fall, dass PC Zyklen von 80ms oder mehr hinreichend sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen von Steuerinformation(en), zur Leistungsregelung und/oder Leistungssteuerung in Aufwärtskanälen bei einem paketorientierten Kommunikationssystem, insbesondere Funk-Kommunikationssystem (GSM GPRS/EGPRS), mit zumindest einer Netzstation (BTS) zum Kommunizieren mit zumindest einer über eine Schnittstelle (V1 - V3, BCCH) verbindbaren Station (MS), bei dem der Station (MS) über die Schnittstelle (V1 - V3, BCCH) unter anderem

5

10

- einmal oder mehrmals Sendeleistungs-Informationen zur Einstellung oder Regelung der Sendeleistung der Station (MS) und/oder andere Steuerinformation(en) übermittelt werden, dadurch gekennzeichnet,
- 15 - dass die Station (MS) die Sendeleistungs-Information(en) und/oder andere Steuerinformation(en) über eine Anwenderdaten-Übermittlungsverbindung zu einem Zeitpunkt übermittelt bekommt, zu dem von der Netzstation (BTS) in Abwärtsrichtung (DL) keine - insbesondere nicht zwingend eine - zu dieser
- 20 Station (MS) hin gerichtete Anwenderdaten-Übermittlungs-Verbindung (V1 - V3) besteht.

2. Verfahren, insbesondere nach Anspruch 1, zum Übertragen von Steuerinformation(en) und/oder zur Leistungssteuerung in Aufwärtskanälen bei einem paketorientierten Kommunikationssystem, insbesondere Funk-Kommunikationssystem (GSM GPRS), mit zumindest einer Netzstation (BTS) zum Kommunizieren mit zumindest einer über eine Schnittstelle (V1 - V3, BCCH) verbindbaren Station (MS), bei dem der Station (MS) über die

25

30

Schnittstelle (V1 - V3, BCCH) unter anderem übermittelt werden

- einmal oder mehrmals Sendeleistungs-Informationen (PC) zur Einstellung der Sendeleistung der Station (MS) und/oder Steuerungsinformation(en) und
- 35 - Sende-Informationen (USF; USF_i) über zumindest eine für diese Station (MS) zulässige Sendezeit zum Senden seitens der Station (MS) in Aufwärtsrichtung (UL) zur Netzstation (BTS)

dadurch gekennzeichnet,

- dass die Station (MS) die Sendeleistungs-Information(en) (PC) als erweiterte Sende-Information (USF_{ij}) übermittelt bekommt und/oder ein separates Feld im Funk-Block für die Übertragung der Steuerungs- und/oder Leistungssteuerungs-Information(en) verwendet wird.

3. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem die Station (MS1) die Steuerinformation(en) und/oder Sendeleistungs-Information(en) als erweiterte Sende-Information (USF_{ij}) eines Datenblocks, der anwendungsrelevante Daten für diese oder eine andere Station (MS2) aufweist und an diese anwendungsrelevante Daten empfangende Station (MS2) gerichtet ist, übermittelt bekommt und/oder es sich bei diesem Block um einen Dummy-Block handelt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem als erweiterte Sende-Information (USF_{ij}) ein erweiterter Aufwärtsverbindungs-Merker (USF_i) verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 - 4, bei dem die erweiterte Sende-Information (USF_{ij}) aus der Sende-Information (USF_i) als kodierte Daten und der Sendeleistungs-Information (PC) und/oder Sendeleistungs-Information(en) zusammengestellt wird, wobei bei der Kodierung der Sende-Information (USF_i) eine erste Anzahl von Bit auf eine zweite, größere Anzahl von Bit (Kodewort) verteilt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Sendeleistungs-Information (PC) derart in die Kodierung eingepasst wird, dass die Dekodierung der Sende-Information nahezu ungestört erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, bei dem die erweiterte Sende-Information (USF_{ij}) derart zusammengestellt wird, dass ein Schwerpunkt, insbesondere Hamming-Abstand, zwischen jedem der Werte für Zustände einer Station

(gleiche Indizes i) minimal bzw. klein bleibt und der Schwerpunkt, insbesondere Hamming-Abstand, zwischen jedem der Werte für Zustände verschiedener Stationen (verschiedener Index i) maximal bzw. groß wird.

5

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 - 7, bei dem die erweiterte Sende-Information (USF_{ij}) derart zusammengestellt wird, dass die Grundzustände (USF_i) bestehender Kodierungssysteme als eigenständige Zustände (USF_{i0}) systemkompatibel erhalten bleiben.

10

9. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem
- die Netzstation (BTS) die Empfangsqualität und/oder die Empfangsleistung eines von der Station (MS) empfangenen Signals empfängt,
- damit einen Leistungskorrekturwert bestimmt und
- den Leistungskorrekturwert in die Sende-Information (USF) einfügt.

15

10. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem
- die Sendeleistungs-Information(en) und/oder Sendeleistungs-Information(en) an die Station (MS) spätestens mit der Übermittlung der Sende-Informationen (USF ; USF_i) für die für diese Station (MS) zulässige Sendezeit zum nächsten Senden seitens der Station (MS) in Aufwärtsrichtung (UL) zur Netzstation (BTS) übermittelt werden.

20

11. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem als die Sendeleistungs-Information(en) diskrete Sendeleistungsdifferenzen übermittelt werden, um die die Sendeleistung der Station (MS) erhöht oder erniedrigt werden oder gleich bleiben soll.

30

12. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem die Leistungssteuerungs-Funktionalität über eine Netzeinrichtung oder Netzinstanz (OMC) nach Bedarf ein- und ausgeschaltet wird.

35

13. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem die Unterstützung der Leistungssteuerungs-Funktionalität im Netz insbesondere über einen Nachrichtenkanal signalisiert wird.
5
14. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem die Netzstation (BTS) und die Station (MS) die Verwendung der Leistungssteuerungs-Funktionalität beim Verbindungsaufbau aushandeln.
10
15. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem verschiedene Steuerparameter, insbesondere Steuerinformationen und/oder Sendeleistungs-Informationen, im einem Wechselverfahren nacheinander mit verschiedenen Funk-Blöcken übertragen werden.
15
16. Netzeinrichtung, insbesondere Netzstation (BTS) zum Durchführen eines Verfahrens nach einem vorstehenden Anspruch, in einem Kommunikationssystem mit
20
- einer Kodierungseinrichtung zum Kodieren einer Sendeleistungsinformation (USF; USF_i) für die für diese Station (MS) zulässige Sendezeit zum nächsten Senden seitens der Station (MS) in Aufwärtsrichtung (UL),
25 gekennzeichnet durch
- eine Zusatzinformations-Kodierungseinrichtung zum Einfügen einer Steuerungs-Information (PC) und/oder Sendeleistungsinformation in die Sendeleistungsinformation (USF_{ij}).
- 30 17. Netzeinrichtung nach Anspruch 16, mit einer Bestimmungseinrichtung, insbesondere Leistungssteuerungseinrichtung (PCU), oder einer eigenständigen Funktionseinheit im Netzwerk zum Erfassen und Bestimmen einer Sendeleistung und/oder Sendequalität einer über eine Schnittstelle angekoppelten Station (MS) und zum Ermitteln der Differenz zu
35 einer Soll-Sendeleistung und Bestimmen der Sendeleistungsinformation.

18. Station, insbesondere Basisstation (BTS) oder Teilnehmerstation (MS), mit
einer Leistungssteuerungseinrichtung zum Auswerten von empfangenen Sendeleistungs-Information(en) gemäß einem Verfahren
5 nach einem der Ansprüche 1 - 15 und zum entsprechenden Einstellen der Sendeleistung.
19. Station nach Anspruch 18, mit
10 - einer Speichereinrichtung zum Speichern einer Vielzahl empfangener Sendeleistungs-Informationen und
- einer Glättungseinrichtung zum Glätten einer Sendeleistungs-Korrekturfunktion anhand der Speicherwerte.

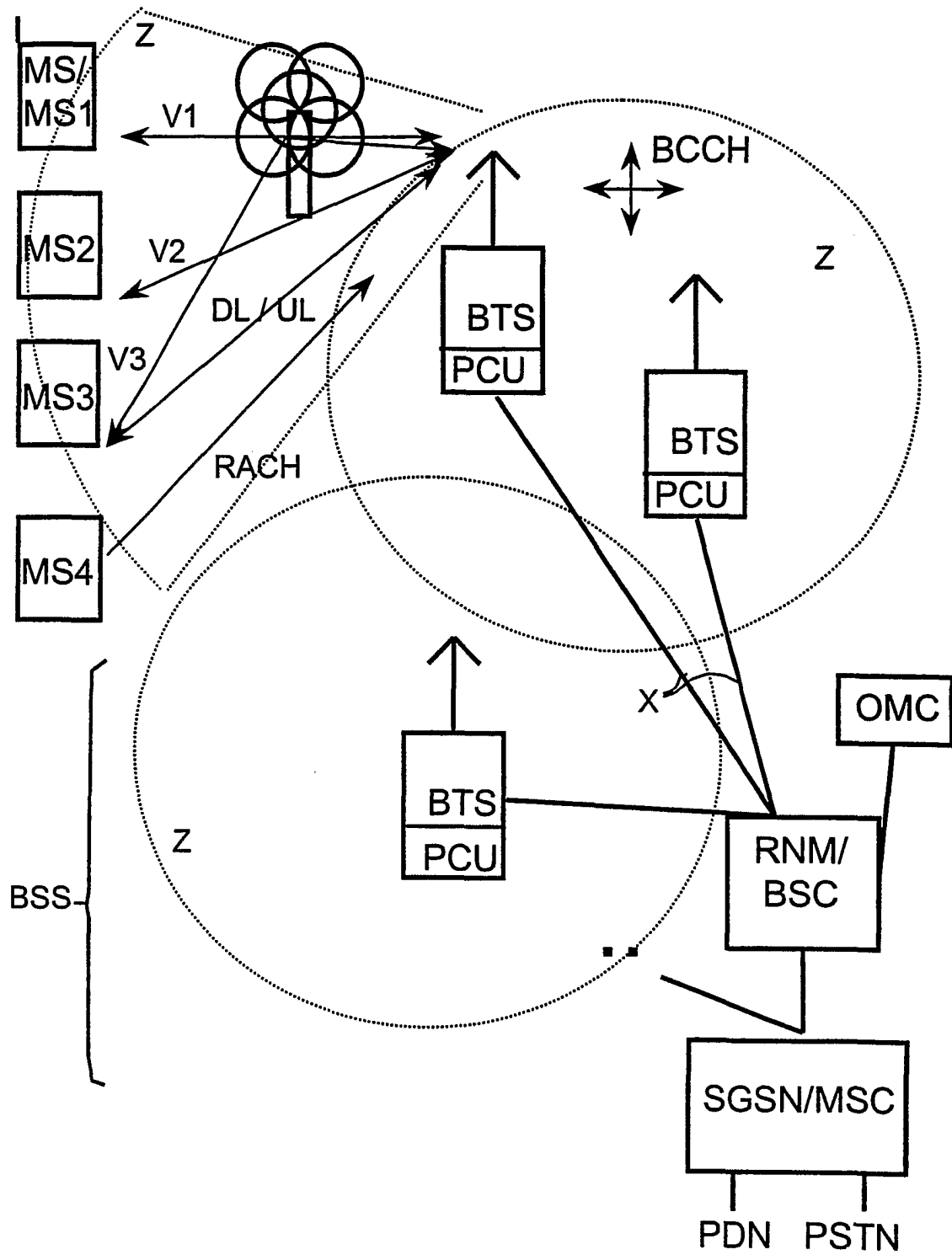


Fig. 1

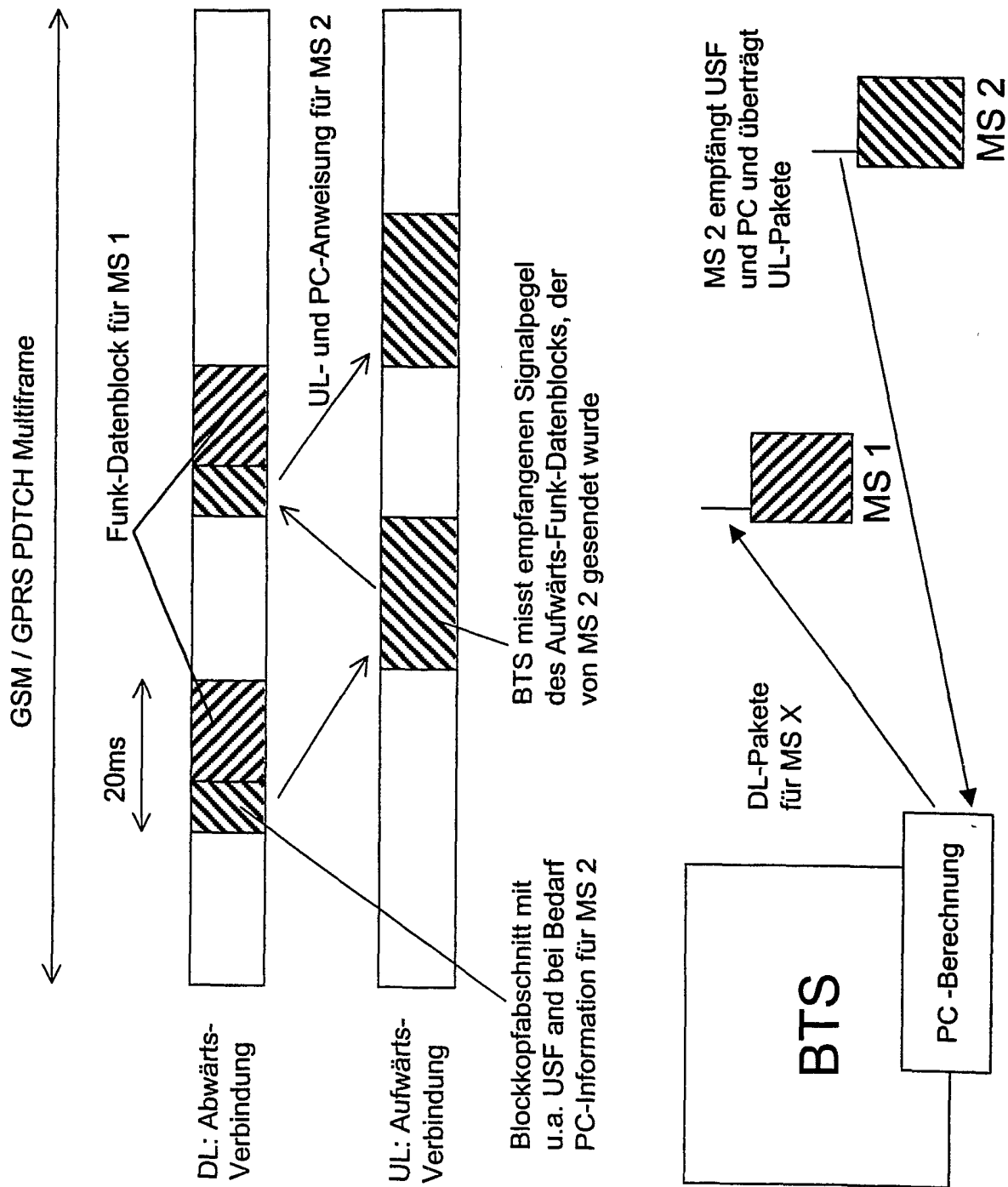


Fig. 2

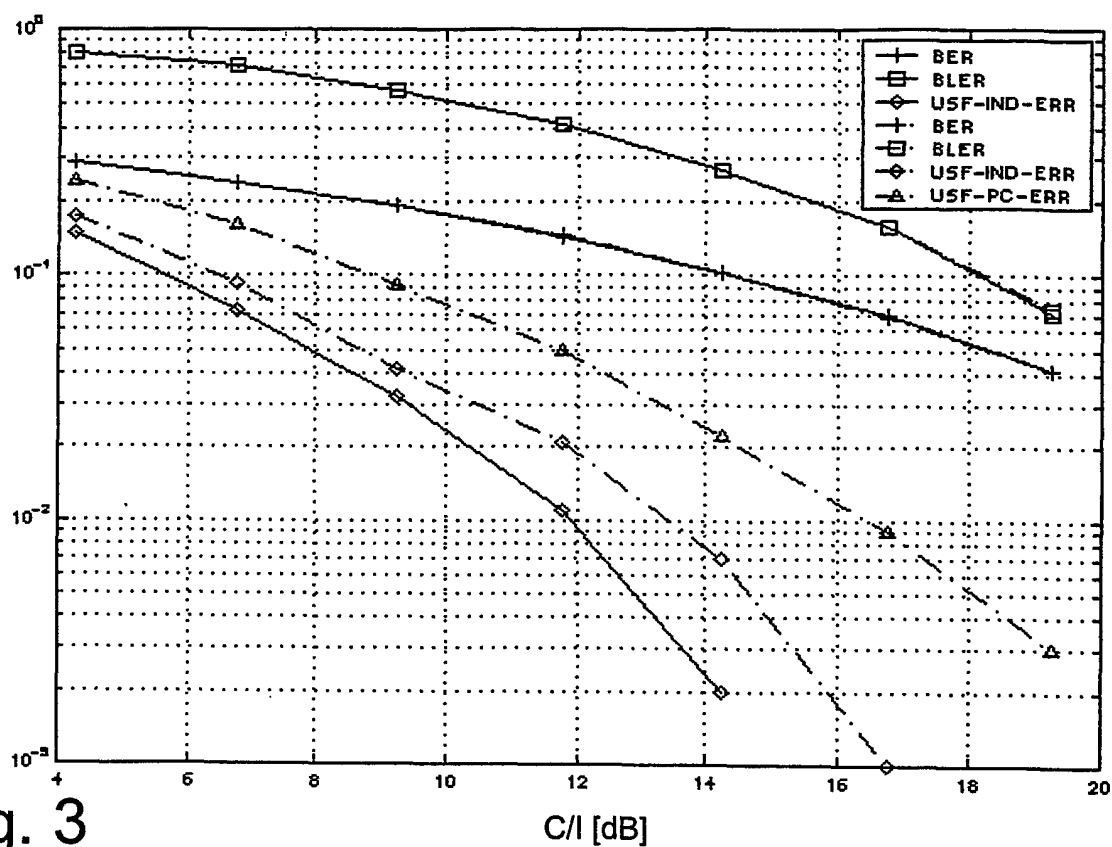


Fig. 3

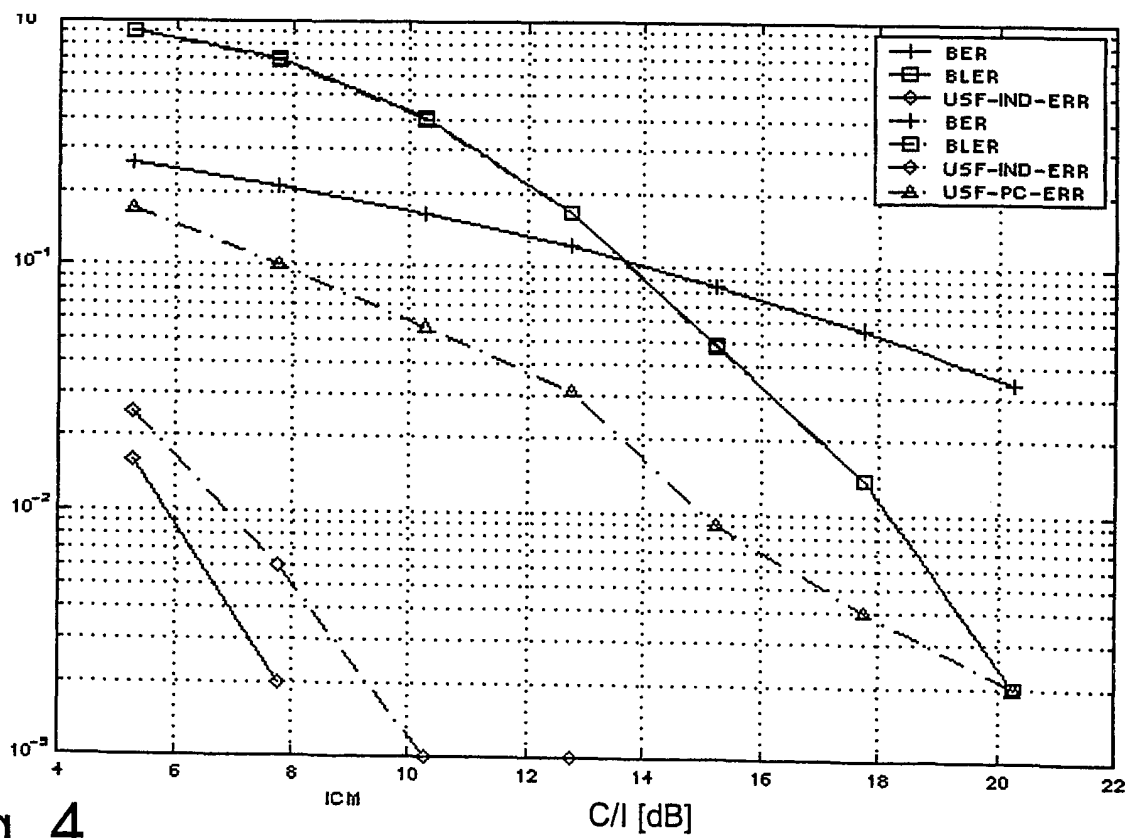


Fig. 4