



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 33 327 T2** 2005.07.14

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 717 508 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 33 327.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 308 993.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **11.12.1995**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.06.1996**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **04.08.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.07.2005**

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

(30) Unionspriorität:

30889394 **13.12.1994** **JP**

(73) Patentinhaber:

NTT DoCoMo, Inc., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

TBK-Patent, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, GB, SE

(72) Erfinder:

Furukawa, Kenji, Isogo-ku, Kanagawa 235, JP;
Nishi, Yasuki, Yokosuka-shi, Kanagawa 238-03,
JP; Kobayashi, Hiroshi, Isogo-ku, Kanagawa 235,
JP; Ohno, Yoshihisa, Isogo-ku, Kanagawa 235, JP;
Kodama, Eiji, Kanazawa-ku, Kanagawa 235, JP

(54) Bezeichnung: **Leistungsregelung in einem beweglichen Satellitenkommunikationssystem**

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

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein mobiles Kommunikationssystem, in welchem Basisstationen über einen Kommunikationssatelliten mit Mobilstationen verbunden sind, und bezieht sich insbesondere auf ein mobiles Satellitenkommunikationssystem und ein Sendeleistung-Steuerverfahren in dem System, das in der Lage ist, eine hoch genaue Sendeleistungssteuerung von Vorwärtskopplungen von einer Basisstation zu Mobilstationen zu erreichen.

[0002] Vorwiegend wird eine Übertragungs- bzw. Sendeleistungssteuerung zwischen einer Basisstation und Mobilstationen ausgeführt. Zum Beispiel bestimmt die Basisstation eine optimale Sendeleistung unter Verwendung von Informationen über empfangene Signalpegel, die von den Mobilstationen geliefert werden. Dies wird durchgeführt, um Interferenzen zwischen Kanälen zu reduzieren.

[0003] Die [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) sind Diagramme, die Funkwellen-Ausbreitungskennlinien in einem Netzsystem darstellen. Eine von einer Basisstation 1 ausgestrahlte Funkwelle gelangt über Mehrfachpfade in Form einer Direktwelle 4 und reflektierter Wellen 5, die an Gebäuden 3 oder dergleichen reflektiert wurden, zu einer Mobilstation 2. Demgemäß werden die Funkwellen-Ausbreitungskennlinien durch eine Mehrfachpfaddämpfung bestimmt, und variiert der empfangene Leistungspegel der Mobilstation 2 stark in kurzen Zeitspannen, wie in [Fig. 1B](#) gezeigt ist. Dies ermöglicht es der Mobilstation 2, durch Erfassen des Pegels eines Signals in einer kurzen Zeitspanne einen wesentlich genaueren mittleren empfangenen Signalpegel zu erhalten. Die Mobilstation 2 informiert die Basisstation 1 über den mittleren empfangenen Signalpegel, und die Basisstation 1 steuert die Vorwärtskopplungs-Sendeleistung an die Mobilstation 2 auf der Grundlage der Informationen.

[0004] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, das die Vorwärtskopplungs-Sendeleistungssteuerung darstellt. Wie in [Fig. 2\(B\)](#) gezeigt ist, berechnet die Mobilstation 2 den mittleren empfangenen Signalpegel bei jeder Messperiode T und informiert die Basisstation 1 über die Werte. Die Basisstation 1 sendet mit der Sendeleistung entsprechend dem Pegel jedes Mal dann, wenn die Informationen über den mittleren empfangenen Signalpegel wie in [Fig. 2\(A\)](#) bereitgestellt werden. Durch eine solche Vorwärtskopplungs-Sendeleistungs-Steuerung erreicht die Sendeleistung von der Basisstation 1 zu der Mobilstation 2 in einer ziemlich kurzen Zeit einen optimalen Wert. In diesem Fall wird der in dem Sendeleistung-Steuerwert der Basisstation enthaltene Steuerfehler E unabhängig von der Sendeleistung näherungsweise konstant gehalten, wie in [Fig. 2\(C\)](#) gezeigt ist. Dies ist deshalb so, weil die Messperiode an der Mobilstation 2 konstant ist.

[0005] Demgegenüber wird in einem mobilen Satellitenkommunikationssystem, in welchem die Basisstation 1 mit der Mobilstation 2 über einen Satelliten verbunden ist, die Sendeleistungssteuerung hauptsächlich benötigt, um effektiv die Leistung des Satelliten zu erhalten.

[0006] Die [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) sind Diagramme, die Funkwellen-Ausbreitungskennlinien eines mobilen Satellitenkommunikationssystems darstellen. Eine von der Basisstation 1 ausgestrahlte Funkwelle erreicht einen Satelliten 10 über einen Pfad 11, wird durch den Satelliten verstärkt, und kommt über einen Pfad 12 an der Mobilstation 2 an. Demgemäß zeigen die Funkwellen-Ausbreitungskennlinien des mobilen Satellitenkommunikationssystems keine Mehrfachpfad-Dämpfungskennlinien wie bei dem Netzwerksystem, und ist die Direktwelle von dem Satelliten 10 zu der Mobilstation 2 dominant. Folglich zeigt die Variation in dem mobilen Satellitenkommunikationssystem eine Rice-Dämpfung von etwa 1 Hz in der Bandbreite und eine C/M (Carrier-to-Multipath fading; Träger-Mehrfachpfad-Dämpfung) in einer Größenordnung von zehn dB. Demgemäß kann ein genauer mittlerer empfangener Signalpegel nicht durch eine Messung von kurzer Dauer erwartet werden. Infolgedessen zeigt die Sendeleistungssteuerung wie in dem Netzwerksystem verwendet ein Problem in dem mobilen Satellitenkommunikationssystem dahingehend, dass es keine genaue Sendeleistungssteuerung bereitstellen kann. Dies wird zu einer beträchtlichen Verschlechterung der Kanalqualität und einer geringen Verfügbarkeit der Satellitenleistung resultieren.

[0007] Die Druckschrift US-A-5305468 offenbart ein Leistungssterverfahren zur Verwendung in einem Kommunikationssystem, in welchem eine Prozedur an einer Basisstation durchgeführt wird, um die Sendeleistung einer Mobilstation zu steuern. Um Fehler zu vermeiden, die durch Senden von Leistungseinstellbefehlen während Perioden der Bewegung der Mobilstation verursacht werden, werden Änderungen der erforderlichen Leistung dadurch vorhergesagt, dass Leistungseinstellbefehle auf dem gegenwärtig empfangenen Leistungswert, einer Leistungskurve, die eine Änderung des Leistungswerts des Signals repräsentiert, und der Änderung der Leistungskurve, die die Änderungsrate des Leistungswerts des übertragenen Signals repräsentiert, basiert werden.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein mobiles Kommunikationssystem und ein Sendeleistung-Steuerverfahren in dem System zu schaffen, welches eine genaue Sendeleistungssteuerung in der kürzest möglichen Zeit erreichen kann.

[0009] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein mobiles Satelliten-Kommunikationssystem bereitgestellt mit einer Basisstation, die mit einer Mo-

bilstation über einen Kommunikationssatelliten verbunden ist, wobei die Mobilstation umfasst: eine Messseinrichtung, die dazu angeordnet ist, aufeinander folgende tatsächliche Messzeiten T_k und mittlere empfangene Signalpegel Q_k für Werte von $k = 1, 2, \dots$ in jeder vorbestimmten Messperiode der Mobilstation T zu ermitteln; eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, eine gesamte Messzeit t_k zu berechnen, welche eine Gesamtsumme der tatsächlichen Messzeiten T_k am Ende einer gegenwärtigen Messperiode der Mobilstation ist; eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, einen Messfehler ΔD_k eines mittleren empfangenen Signalpegels in der gesamten Messzeit t_k am Ende der gegenwärtigen Messperiode zu ermitteln; eine Speichereinrichtung, die dazu angeordnet ist, eine gesamte Messzeit t_{k-1} und einen korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_{k-1} am Ende einer vorangehenden Messperiode der Mobilstation zu speichern; eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, eine Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} aus einem von der Basisstation zu der Mobilstation gesendeten Signal zu extrahieren; eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, einen korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k am Ende einer gegenwärtigen Messperiode der Mobilstation auf der Grundlage des korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels R_{k-1} , der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} , der gesamten Messzeit t_{k-1} , alle am Ende der vorangegangenen Messperiode, und des mittleren empfangenen Signalpegels Q_k , der tatsächlichen Messzeit T_k und der gesamten Messzeit t_k , alle am Ende der gegenwärtigen Messperiode, zu ermitteln; und eine Sendeeinrichtung, die dazu angeordnet ist, die Basisstation über den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k zu informieren; und wobei die Basisstation umfasst: eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, den korrigierten mittleren Signalpegel R_k aus einem von der Mobilstation gesendeten empfangenen Signal zu extrahieren; eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, die Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation auf der Grundlage eines vorgeschickten Pegeleinstellfehlers ΔS_k und einer Differenz zwischen dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k und einem vorbestimmten Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels der Mobilstation zu berechnen; eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, die gegenwärtige Sendeleistung P_k aus der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} zu ermitteln, und die Sendeleistung der Basisstation mittels der gegenwärtigen Sendeleistung P_k zu steuern; und eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, Informationen über die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k an die Mobilstation zu senden.

[0010] Hierbei kann die die Mobilstation ferner eine Einrichtung zum Einstellen eines Anfangswerts P_0 der Sendeleistung auf einen vorbestimmten Wert umfassen.

[0011] Die Einrichtung zum Berechnen einer Sendeleistung-Steuergröße kann die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation durch Hinzuaddieren des Pegeleinstellfehlers ΔS_k zu einer Differenz zwischen dem Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels und dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k erhalten.

[0012] Die Einrichtung zum Ermitteln des Messfehlers kann den Messfehler ΔD_k durch Dividieren eines vorbestimmten Werts C durch die Quadratwurzel der gesamten Messzeit t_k erhalten.

[0013] Die Einrichtung zum Ermitteln des korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels kann den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k durch die folgende Gleichung erhalten:

$$R_k = \{(R_{k-1} + \Delta P_{k-1})t_{k-1} + Q_k T_k\} / t_k - \Delta D_k$$

[0014] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Basisstation bereitgestellt zur Verwendung in einem mobilen Satelliten-Kommunikationssystem, bei welchem im Gebrauch des Systems die Basisstation mit einer Mobilstation über einen Kommunikationssatelliten verbunden ist, wobei die Basisstation umfasst: eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, einen korrigierten mittleren Signalpegel R_k aus einem von der Mobilstation gesendeten empfangenen Signal zu extrahieren; eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, eine Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation auf der Grundlage eines vorgeschickten Pegeleinstellfehlers ΔS_k und einer Differenz zwischen dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k und einem vorbestimmten Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels der Mobilstation zu berechnen; eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, die gegenwärtige Sendeleistung P_k aus der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} zu ermitteln, und die Sendeleistung der Basisstation mittels der gegenwärtigen Sendeleistung P_k zu steuern; und eine Einrichtung, die dazu angeordnet ist, Informationen über die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k an die Mobilstation zu senden.

[0015] Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung wird ein Sendeleistung-Steuerverfahren in einem mobilen Satelliten-Kommunikationssystem, bei welchem eine Basisstation mit einer Mobilstation über einen Kommunikationssatelliten verbunden ist, bereitgestellt, wobei das Verfahren umfasst: Ermitteln, an der Mobilstation, einer tatsächlichen Messzeit T_k und eines mittleren empfangenen Signalpegels Q_k ($k = 1, 2, \dots$) in jeder vorbestimmten Messperiode T ; Berechnen, an der Mobilstation (2), einer gesamten Messzeit t_k , welche eine Gesamtsumme der tatsächlichen Messzeiten T_k am Ende einer gegenwärtigen Messperiode der Mobilstation ist; Ermitteln, an der Mobilstation, eines Messfehlers ΔD_k eines mittleren emp-

fangenen Signalpegels in der gesamten Messzeit t_k ; Speichern, an der Mobilstation, einer gesamten Messzeit t_{k-1} und eines korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels R_{k-1} am Ende einer vorangehenden Messperiode der Mobilstation; Extrahieren, an der Mobilstation, einer Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} aus einem von der Basisstation zu der Mobilstation gesendeten Signal; Ermitteln, an der Mobilstation, eines korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels R_k am Ende einer gegenwärtigen Messperiode der Mobilstation auf der Grundlage des korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels R_{k-1} , der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} , der gesamten Messzeit t_{k-1} , alle am Ende der vorangegangenen Messperiode, und des mittleren empfangenen Signalpegels Q_k , der tatsächlichen Messzeit T_k und der gesamten Messzeit t_k , alle am Ende der gegenwärtigen Messperiode; Informieren der Basisstation über den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k ; Extrahieren, an der Basisstation, des korrigierten mittleren Signalpegels R_k aus einem von der Mobilstation gesendeten empfangenen Signal; Berechnen, an der Basisstation, der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation auf der Grundlage eines vorgeschichteten Pegeleinstellfehlers ΔS_k und einer Differenz zwischen dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k und einem vorbestimmten Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels der Mobilstation; Ermitteln, an der Basisstation, der gegenwärtigen Sendeleistung P_k aus der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} , und Steuern, an der Basisstation, der Sendeleistung der Basisstation mittels der gegenwärtigen Sendeleistung P_k ; und Senden von Informationen über die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k an die Mobilstation.

[0016] Gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung wird ein Sendeleistung-Steuerverfahren in einer Basisstation, die in einem mobilen Satelliten-Kommunikationssystem mit einer Mobilstation über einen Kommunikationssatelliten verbunden ist, bereitgestellt, wobei das Verfahren umfasst: Extrahieren eines korrigierten mittleren Signalpegels R_k aus einem von der Mobilstation gesendeten empfangenen Signal; Berechnen einer Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation auf der Grundlage eines vorgeschichteten Pegeleinstellfehlers ΔS_k und einer Differenz zwischen dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k und einem vorbestimmten Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels der Mobilstation; Ermitteln der gegenwärtigen Sendeleistung P_k aus der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} , und Steuern der Sendeleistung der Basisstation mittels der gegenwärtigen Sendeleistung P_k ; und Senden von Informationen über die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k an die Mobilstation.

[0017] Die vorstehenden und weitere Ziele, Wirkun-

gen, Merkmale und Vorteile der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele derselben in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen entnehmbar.

[0018] [Fig. 1A](#) ist ein vereinfachtes Diagramm, das eine Mehrfachpfaddämpfung in einem Netzwerksystem darstellt;

[0019] [Fig. 1B](#) ist eine Graphik, die empfangene Signalpegelschwankungen an einer Mobilstation in dem Netzwerksystem darstellt;

[0020] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel von Sendeleistung-Steuerzeitpunkten auf einem Vorwärtskopplungskanal in dem Netzwerksystem zeigt;

[0021] [Fig. 3A](#) ist ein vereinfachtes Diagramm, das das Verhalten von Funkwellen-Ausbreitungskennlinien in einem mobilen Satellitenkommunikationssystem darstellt.

[0022] [Fig. 3B](#) ist eine Graphik, die empfangene Signalpegelschwankungen an einer Mobilstation in dem mobilen Satellitenkommunikationssystem darstellt;

[0023] [Fig. 4](#) ist ein Blockdiagramm, das eine Basisstation in einem ersten Ausführungsbeispiel eines mobilen Satellitenkommunikationssystems in Übereinstimmung mit der Erfindung zeigt;

[0024] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm, das eine Mobilstation in dem ersten Ausführungsbeispiel eines mobilen Satellitenkommunikationssystems in Übereinstimmung mit der Erfindung zeigt;

[0025] [Fig. 6](#) ist ein vereinfachtes Diagramm, das ein Format von empfangenen Signalpegelinformationen darstellt;

[0026] [Fig. 7](#) ist ein Blockdiagramm, das eine interne Konfiguration einer Berechnungseinrichtung und einer Steuereinrichtung in der Basisstation des ersten Ausführungsbeispiels zeigt;

[0027] [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm, das eine interne Konfiguration eines Messblocks in der Mobilstation des ersten Ausführungsbeispiels darstellt;

[0028] [Fig. 9](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel von Sendeleistung-Steuerzeitpunkten in einem Vorwärtskopplungskanal in dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt;

[0029] [Fig. 10](#) ist ein Ablaufdiagramm, das den Betriebsablauf der Mobilstation des ersten Ausführungsbeispiels zeigt;

[0030] [Fig. 11](#) ist ein Ablaufdiagramm, das den Be-

etriebsablauf der Basisstation des ersten Ausführungsbeispiels zeigt;

[0031] [Fig. 12](#) ist ein Blockdiagramm, das eine Basisstation in einem zweiten Ausführungsbeispiel eines mobilen Satellitenkommunikationssystems in Übereinstimmung mit der Erfindung zeigt;

[0032] [Fig. 13](#) ist ein Blockdiagramm, das eine Mobilstation in dem zweiten Ausführungsbeispiel eines mobilen Satellitenkommunikationssystems gemäß der Erfindung zeigt;

[0033] [Fig. 14](#) ist ein Blockdiagramm, das eine interne Konfiguration einer Recheneinrichtung in der Mobilstation des zweiten Ausführungsbeispiels zeigt;

[0034] [Fig. 15](#) ist ein Ablaufdiagramm, das den Betriebsablauf der Basisstation des zweiten Ausführungsbeispiels zeigt; und

[0035] [Fig. 16](#) ist ein Ablaufdiagramm, das den Betriebsablauf der Mobilstation des zweiten Ausführungsbeispiels zeigt.

[0036] Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 1

[0037] Die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) sind Blockdiagramme, die ein erstes Ausführungsbeispiel eines mobilen Satellitenkommunikationssystems in Übereinstimmung mit der Erfindung zeigen; wobei [Fig. 4](#) eine Basisstation zeigt und [Fig. 5](#) eine Mobilstation zeigt.

[0038] Bevor die Basisstation und die Mobilstation erklärt werden, werden in der Spezifikation verwendete technische Begriffe erklärt. Eine Mobilstation misst einen empfangenen Signalpegel mit einer konstanten Messperiode T . Bei den Mobilkommunikationen wird üblicherweise VOX (Voice Operated Transmission) verwendet, und wird nur dann ein Träger emittiert, wenn ein Sprachstrahl vorhanden ist. Folglich empfängt die Mobilstation die Funkwelle nicht kontinuierlich von der Basisstation. Diesem Rechnung tragend wird in dieser Spezifikation die Zeit, während welcher die Funkwelle in der Messperiode tatsächlich empfangen wird, als eine tatsächliche Messzeit T_k bezeichnet, worin k die die Messsequenz angegebende Zahl ist und Werte von 1, 2, 3, ... annimmt. Ein mittlerer empfangener Signalpegel während der Messperiode T , das heißt ein durch Dividieren eines Zeitintegrals des gemessenen empfangenen Signalpegels durch die tatsächliche Messzeit T_k erhaltener Wert, wird als ein mittlerer empfangener Signalpegel Q_k bezeichnet. Darüber hinaus wird die Gesamtsumme der tatsächlichen Messzeiten T_k als

eine Gesamtmesszeit t_k bezeichnet. Ein korrigierter Wert des mittleren empfangenen Signalpegels, der über die Gesamtmesszeit t_k berechnet wurde, wird als ein korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel R_k bezeichnet.

[0039] In [Fig. 4](#) wird ein von einer Mobilstation übertragenes Signal von einer Antenne **21** empfangen und über einen Diplexer **23** einem empfangenden Verstärker **25** zugeführt. Das durch den empfangenden Verstärker **25** verstärkte empfangene Signal wird durch einen Empfänger **27** erfasst und demoduliert und an einem Ausgangsanschluss **29** des Empfängers als empfangene Daten ausgegeben. Der Empfänger **27** extrahiert auch einen mittleren empfangenen Signalpegel Q_k und eine tatsächliche Messzeit T_k aus dem empfangenen Signal.

[0040] [Fig. 6](#) ist ein vereinfachtes Diagramm, das ein Format eines Signals SG einschließlich der Informationen über den mittleren empfangenen Signalpegel Q_k und die tatsächliche Messzeit T_k zeigt. Das Signal SG wird in das empfangene Signal eingefügt und enthält einen die Art des Signals angegebenden Signalidentifikator ID sowie Informationen über den mittleren empfangenen Signalpegel Q_k und die tatsächliche Messzeit T_k .

[0041] Zu [Fig. 4](#) zurückkehrend extrahiert der Empfänger **27** das Signal SG aus dem empfangenen Signal und versorgt eine Recheneinrichtung **31** mit dem mittleren empfangenen Signalpegel Q_k und der tatsächlichen Messzeit T_k . Die Recheneinrichtung **31** berechnet auf eine Art und Weise, welche später beschrieben wird, eine gesamte Messzeit t_k , einen korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k , einen empfangenen Signalpegel-Messfehler ΔD_k , einen Gesamtfehler ΔE_k und eine Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k . Ein Teil der Berechnungsergebnisse wird einem Speicher **33** und einer Steuereinrichtung **35** zugeführt. Der Speicher **33** speichert die neuesten Daten über die gesamte Messzeit und den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel.

[0042] Die Steuereinrichtung **35** berechnet die Sendeleistung P_k auf der Grundlage der von der Recheneinrichtung **31** zugeführten Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k , wovon Einzelheiten ebenfalls später beschrieben werden.

[0043] Einem Eingangsanschluss **41** eines Senders **43** zugeführte Übertragungsdaten werden in ein vorbestimmtes Format gerahmt, moduliert und als ein übertragenes Signal einem sendenden Verstärker **45** zugeführt. Der sendende Verstärker **45** versorgt die Antenne **21** über den Diplexer **23** mit dem Übertragungssignal, dessen Sendeleistung durch ein Sendeleistung-Steuersignal bestimmt wird, das von der Steuereinrichtung **35** zugeführt wird, wodurch es an Mobilstationen übertragen wird.

[0044] Eine Mobilstation wie in [Fig. 5](#) gezeigt empfängt das Signal von der Basisstation durch eine Antenne **51**. Das empfangene Signal wird über einen Diplexer **53** und einen empfangenden Verstärker **55** einem Empfänger **57** zugeführt. Der Empfänger **57** demoduliert das empfangene Signal und gibt die demodulierten Daten (die empfangenen Daten) an einem Ausgangsanschluss **59** des Empfängers aus.

[0045] Der Empfänger **57** versorgt darüber hinaus einen Messblock **61** mit den empfangenen Daten und dem empfangenen Signal.

[0046] Der Messblock **61** misst den Pegel des empfangenen Signals, ermittelt den mittleren empfangenen Signalpegel Q_k zu jeder im voraus bestimmten Messperiode T , und führt den mittleren empfangenen Signalpegel Q_k und die tatsächliche Messzeit T_k einem Sender bzw. Übertrager **73** zu.

[0047] Der Sender **73** fügt den mittleren empfangenen Signalpegel Q_k und die tatsächliche Messzeit T_k in die übertragenen Daten ein, die einem Eingangsanschluss **71** des Senders auf die in [Fig. 6](#) gezeigte Art und Weise zugeführt werden, und führt ihn als ein übertragenes bzw. gesendetes Signal einem übertragenden Verstärker bzw. Sendeverstärker **75** zu. Der übertragende Verstärker **75** liefert das übertragene Signal über den Diplexer **53** an die Antenne **51**, wodurch es an die Basisstation übertragen wird.

[0048] [Fig. 7](#) ist ein Blockdiagramm, das die Recheneinrichtung **31** und die Steuereinrichtung **35** der Basisstation zeigt.

[0049] Die Recheneinrichtung **31** beinhaltet eine gesamte Messzeit-Berechnungseinrichtung **311**, eine korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel-Berechnungseinrichtung **313**, eine Messfehler-Berechnungseinrichtung **315**, eine Gesamtfehler-Berechnungseinrichtung **317**, und eine Sendeleistung-Steuergrößen-Berechnungseinrichtung **319**.

[0050] Die gesamte Messzeit-Berechnungseinrichtung **311** summiert sequenziell die tatsächliche Messzeit T_k auf, welche von der Mobilstation gesendet wird und über den Empfänger **27** der Basisstation zugeführt wird, wodurch die gesamte Messzeit t_k gleich der Gesamtsumme der tatsächlichen Messzeiten T_k erhalten wird. Die gesamte Messzeit t_k wird der korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel-Berechnungseinrichtung, der Messfehler-Berechnungseinrichtung **315** und dem Speicher **33** zugeführt.

[0051] Die Messfehler-Berechnungseinrichtung **315** berechnet einen Messfehler ΔD_k an der Mobilstation über die gesamte Messzeit t_k . Es ist bekannt, dass der Messfehler ΔD_k umgekehrt proportional zu der Quadratwurzel der Messzeit ist (Nishi et al., "Beam Selection Characteristics in Multi-Beam Mobile Satel-

lite Communications", Technical Report of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers of Japan, SAT-89-50, 1989-11). Daher wird der Messfehler ΔD_k durch die folgende Gleichung ausgedrückt.

$$\Delta D_k = C/(t_k)^{1/2} \quad (1)$$

[0052] Worin C ein Messfehlerkoeffizient ist, der aus einem Verhältnis zwischen der Direktwelle und den reflektierten Wellen von dem Satelliten zu der Mobilstation erhalten wird und im voraus festgelegt werden kann. Wie dieser Gleichung entnehmbar ist, resultiert eine größer werdende Messzeit in einem kleiner werdenden Messfehler ΔD_k . Der Messfehler ΔD_k wird der Gesamtfehler-Berechnungseinrichtung **317** zugeführt.

[0053] Die korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel-Berechnungseinrichtung **313** berechnet den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k , der durch die folgende Gleichung gegeben ist.

$$R_k = \{(R_{k-1} + \Delta P_{k-1})t_{k-1} + Q_k T_k\}/t_k \quad (2)$$

[0054] Mit anderen Worten ermittelt die korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel-Berechnungseinrichtung **313** den gegenwärtigen korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k durch heranziehen eines Zeitmittelwerts zwischen dem gegenwärtigen mittleren empfangenen Signalpegel Q_k und der Summe des korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels R_{k-1} bis zum Ende der vorangehenden Messung und der vorangehenden Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} . Hierbei werden die gesamte Messzeit t_{k-1} , der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_{k-1} und die Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} am Ende der vorangehenden Messung aus dem Speicher **33** zugeführt. Die gesamte Messzeit t_k bis zum Ende bis zum Ende der gegenwärtigen Messung wird von der gesamten Messzeit-Berechnungseinrichtung **311** zugeführt, und die gegenwärtige tatsächliche Messzeit T_k und der mittlere empfangene Signalpegel Q_k werden von dem Empfänger **27** zugeführt.

[0055] Die Gesamtfehler-Berechnungseinrichtung **317** berechnet den Gesamtfehler ΔE_k durch die folgende Gleichung.

$$\Delta E_k = \Delta D_k + \Delta S_k \quad (3)$$

[0056] Worin ΔS_k ein Pegeleinstellfehler aufgrund von Schrittwertfehlern einer Dämpfungseinrichtung zum Einstellen der Sendeleistung der Basisstation ist und im voraus eingestellt werden kann. Der Pegeleinstellfehler ΔS_k wird aus dem Speicher zugeführt. Der Gesamtfehler ΔE_k wird an die Sendeleistung-Steuergrößen-Berechnungseinrichtung **319** geliefert.

[0057] Die Sendeleistung-Steuergrößen-Berech-

nungseinrichtung **319** berechnet die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k , die durch die folgende Gleichung gegeben ist.

$$\Delta P_k = R_{\text{ref}} - R_k + \Delta E_k \quad (4)$$

[0058] Worin R_{ref} ein voreingestellter Referenzwert des empfangenen Signalpegels an der Mobilstation ist. Mit anderen Worten wird die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k durch Subtrahieren des gegenwärtigen korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels von der Summe des Referenzwerts des empfangenen Signalpegels und des Gesamtfehlers erhalten. Die Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k wird der Steuereinrichtung **35** zugeführt.

[0059] Die Steuereinrichtung **35** beinhaltet eine Sendeleistung-Berechnungseinrichtung **351**. Die Sendeleistung-Berechnungseinrichtung **351** berechnet die gegenwärtige Sendeleistung P_k durch die folgende Gleichung.

$$P_k = P_{k-1} + \Delta P_k \quad (5)$$

[0060] Mit anderen Worten ermittelt sie die gegenwärtige Sendeleistung P_k durch Addieren der gegenwärtigen Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k zu der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} . Die Sendeleistung P_k wird dem übertragenden Verstärker **45** so zugeführt, dass die Sendeleistung desselben gleich der Sendeleistung P_k ist.

[0061] So erhalten werden der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_k , die Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und die gesamte Messzeit t_k in dem Speicher **33** gespeichert. Diese Daten sind zum Berechnen des nächsten korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels notwendig.

[0062] [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm, das die interne Konfiguration des Messblocks **61** der Mobilstation zeigt. Der Messblock **61** beinhaltet eine Messperioden-Steuereinrichtung **611** und eine empfangene Signalpegel-Erfassungseinrichtung **613**.

[0063] Die Messperioden-Steuereinrichtung **611** extrahiert die Rahmenperiode aus dem empfangenen Signal und multipliziert sie mit einer vorbestimmten Ganzzahl, um die Messperiode zu erhalten. Die Messperioden-Steuereinrichtung **611** misst darüber hinaus die tatsächliche Messzeit T_k durch Suchen des VOX-Steuersignals. Da VOX auf der Rahmenbasis gesteuert wird, kann die tatsächliche Messzeit T_k durch Zählen der Anzahl von Rahmen einschließlich von Sprachstrahlen und durch Multiplizieren dieser Anzahl mit der Länge des empfangenen Rahmens gemessen werden. Die Messperioden-Steuereinrichtung **611** stellt die Messperiode T und die tatsächliche

Messzeit T_k für die empfangener Signalpegel-Erfassungseinrichtung **613** bereit.

[0064] Die empfangener Signalpegel-Erfassungseinrichtung **613** misst den empfangenen Signalpegel $L(t)$ in jeder Messperiode, die von der Messperioden-Steuereinrichtung **611** zugeführt wird, und ermittelt den mittleren empfangenen Signalpegel Q_k . Der mittlere empfangene Signalpegel Q_k kann entweder durch Teilen des Zeitintegrals des empfangenen Signalpegels $L(t)$ durch die tatsächliche Messzeit T_k oder durch Messen der Bitfehlerrate bei jeder Messperiode und Umwandeln derselben in den empfangenen Signalpegel unter Verwendung einer in der Mobilstation vorgeschichteten Umwandlungstabelle erhalten werden, wobei jedes derselben leicht implementiert werden kann.

[0065] Als Nächstes wird der Abriss des Betriebsablaufs dieses Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf [Fig. 9](#) beschrieben. In der folgenden Beschreibung werden die Parameter bei der Messperiode k ($k = 1, 2, 3, \dots$) wie folgt und wie vorangehend beschrieben definiert: die Sendeleistung der Basisstation ist P_{k-1} ; die tatsächliche Messzeit der Mobilstation ist T_k ; der mittlere empfangene Signalpegel in der tatsächlichen Messzeit T_k ist Q_k ; die gesamte Messzeit bis zum Ende der Messperiode k ist t_k ; und der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel in der gesamten Messzeit t_k ist R_k . Darüber hinaus wird die Messperiode mit T (ein fester Wert) bezeichnet. Nebenbei bemerkt hängen die tatsächliche Messzeit T und die gesamte Messzeit t_k wie in [Fig. 9](#) gezeigt von der Zeit ab, in welcher die Funkwelle tatsächlich empfangen wird, wie vorstehend beschrieben wurde. Demgemäß werden sie kürzer werden als in [Fig. 9](#) angegeben ist.

[0066] Wie in [Fig. 9\(B\)](#) gezeigt ist, misst die Mobilstation den empfangenen Signalpegel bei jeder Messperiode unabhängig und berechnet den mittleren Wert derselben. Die Mobilstation informiert die Basisstation über den mittleren empfangenen Signalpegel Q_k , der so erhalten wurde, zusammen mit der tatsächlichen Messzeit T_k jedes Mal dann, wenn sie erhalten werden. Mit anderen Worten empfängt die Basisstation den mittleren empfangenen Signalpegel Q_k und die tatsächliche Messzeit T_k bei jeder Messperiode.

[0067] Die Basisstation summiert die empfangene tatsächliche Messzeit T_k auf, um die gesamte Messzeit t_k zu erhalten, berechnet den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k in der gesamten Messzeit t_k und den Messfehler ΔD_k , und bestimmt die Sendeleistung auf der Grundlage dieser Werte. Es ist bekannt, dass der Messfehler des mittleren empfangenen Signalpegels umgekehrt proportional zu der Quadratwurzel der Messzeit in dem mobilen Satellitenkommunikationssystem ist, wie vorstehend

erwähnt wurde. Demgemäß wird der Messfehler mit länger werdender Messzeit abnehmen. Folglich nimmt der Gesamtfehler ΔE_k , der in der Sendeleistung-Steuergröße der Basisstation enthalten ist, langsam ab, wie in **Fig. 9(C)** gezeigt ist. Daher konvergiert der empfangene Signalpegel der Mobilstation in einer kürzeren Zeit als in der konventionellen Mobilstation auf einen gewünschten Wert, wie in **Fig. 2** gezeigt ist.

[0068] Die **Fig. 10** und **Fig. 11** sind Ablaufdiagramme, die Einzelheiten des vorstehend erwähnten Betriebsablaufs der Sendeleistungsteuerung zeigen, wobei **Fig. 10** den Betriebsablauf der Mobilstation zeigt, und **Fig. 11** den der Basisstation zeigt. Obwohl es notwendig sein wird, eine Ausbreitungsverzögerung bzw. Laufzeit in einem praktischen System zu berücksichtigen, weil die Ausbreitungsverzögerung bei den mobilen Satellitenkommunikationen groß ist, wird die Verzögerung in der nachfolgenden Beschreibung nicht berücksichtigt, weil sie leicht kompensiert werden kann.

I. Steuerprozedur der Mobilstation.

[0069] Der Messblock **61** initiiert die Messung des mittleren empfangenen Signalpegels gleichzeitig mit dem Beginn von Kommunikationen. Im Einzelnen legt in Schritt SP1 von **Fig. 10** der Messblock **61** die Messperiodenanzahl k auf $k = 1$ fest.

[0070] In Schritt SP2 misst er die tatsächliche Messzeit T_k und den mittleren empfangenen Signalpegel Q_k in jeder vorbestimmten Messperiode T . Der mittlere empfangene Signalpegel Q_k wird in Schritt SP3 der Basisstation zusammen mit der tatsächlichen Messzeit T_k über den Sender **73** zur Verfügung gestellt. Die Verarbeitung wird fortgesetzt, bis in Schritt SP4 das Ende der Kommunikationen erfasst wird. Im Einzelnen inkrementiert sie in Schritt SP6 jedes Mal dann, wenn der Messblock **61** in Schritt SP5 das Verstreichen der Messperiode T erfasst, die Messperiodenanzahl k und setzt die Messung in Schritt SP2 während den Kommunikationen fort. Folglich werden die mittleren empfangenen Signalpegel Q_1, Q_2, \dots und die tatsächlichen Messzeiten T_1, T_2, \dots dann, wenn die Basisstation mit der Sendeleistung P_0, P_1, \dots überträgt, von der Mobilstation an die Basisstation gesendet. Sie werden in dem Format wie in **Fig. 6** gezeigt gesendet, wie vorstehend beschrieben wurde.

II. Steuerprozedur der Basisstation

1. Anfangsprozedur

[0071] Nach Beenden der Anfangseinstellung in Schritt SP11 von **Fig. 11** beginnt die Basisstation die Übertragung mit vorbestimmter anfänglicher Sendeleistung P_0 in Schritt SP12. Die Basisstation behält diese Sendeleistung bei, bis sie die ersten Informati-

onen über den mittleren empfangenen Signalpegel Q_1 von der Mobilstation empfängt. Als die anfängliche Sendeleistung stehen die maximale Sendeleistung der Basisstation oder eine Sendeleistung, die im voraus in Übereinstimmung mit der Art der Mobilstation bestimmt wird, zur Verfügung.

2. Die k -te Sendeleistung-Steuerprozedur

[0072] Der Empfänger **27** der Basisstation entscheidet in Schritt SP13, ob die nächsten Informationen von der Basisstation empfangen werden oder nicht. Bei Empfangen der nächsten Informationen inkrementiert der Empfänger **27** in Schritt SP14 die Messperiodenanzahl k um eins und extrahiert in Schritt SP15 den k -ten mittleren empfangenen Signalpegel Q_k und die tatsächliche Messzeit T_k , die von der Mobilstation gesendet wurde, und liefert diese an die Recheneinrichtung **31**.

[0073] Die gesamte Messzeit-Berechnungseinrichtung **311** der Recheneinrichtung **31** berechnet in Schritt SP16 die gesamte Messzeit t_k . Sie wird durch Addieren der gegenwärtigen tatsächlichen Messzeit T_k zu der vorangehenden gesamte Messzeit t_{k-1} erhalten. Die Messfehler-Berechnungseinrichtung **315** der Recheneinrichtung **31** berechnet den Messfehler ΔD_k der Mobilstation in Schritt SP17, und die korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel-Berechnungseinrichtung **313** berechnet den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k in Schritt SP18. Darüber hinaus berechnet die Sendeleistung-Steuergrößen-Berechnungseinrichtung **319** der Recheneinrichtung **31** die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k in Schritt SP19. Der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_k , die Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und die gesamte Messzeit t_k werden in Schritt SP20 in dem Speicher **33** gespeichert. Diese Werte sind notwendig zum Berechnen des nächsten korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels. In Schritt SP21 berechnet die Sendeleistung-Berechnungseinrichtung **351** die gegenwärtige Sendeleistung P_k und steuert den übertragenden Verstärker **45** derart, dass seine Sendeleistung auf diesen Wert eingestellt wird.

[0074] In Schritt SP22 erfasst der Empfänger **27**, ob die Kommunikationen fortgesetzt werden oder nicht, und beendet die Verarbeitung, falls er das Ende der Kommunikationen erfasst. Andererseits gibt dann, wenn die Kommunikationen fortgesetzt werden, der Empfänger seine Steuerung an Schritt SP13 zurück und wartet auf die nächsten Informationen von der Mobilstation. Bei Empfangen der nächsten Informationen inkrementiert der Empfänger **27** k in Schritt SP14 und wiederholt ähnliche Prozeduren.

[0075] Da das vorliegende Ausführungsbeispiel bei der Berechnung der Sendeleistung den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k über die ge-

samte Messzeit t_k anstelle des mittleren empfangenen Signalpegels Q_k in der tatsächlichen Messzeit T_k wiederholt, wird die Messzeit zum Berechnen des mittleren empfangenen Signalpegels länger. Infolgedessen kann die vorliegende Erfindung eine genauere Sendeleistung als das konventionelle System erreichen.

[0076] Obwohl das vorliegende Ausführungsbeispiel den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k anhand von Gleichung (2) ermittelt, ist das Berechnungsverfahren nicht hierauf beschränkt. Zum Beispiel ist unter Bemerkungen des ersten Terms der rechten Seite von Gleichung (2) und Gleichung (4) ersichtlich, dass die folgende Gleichung erfüllt ist.

$$R_{k-1} + \Delta P_{k-1} = R_{\text{ref}} + \Delta E_{k-1} \quad (6)$$

[0077] Ein Substituieren der rechten Seite dieser Gleichung in Gleichung (2) wird in dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k resultieren. Das heißt, der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_k kann durch die folgende Gleichung erhalten werden.

$$R_k = \{(R_{\text{ref}} + \Delta E_{k-1})t_{k-1} + Q_k T_k\} / t_k \quad (7)$$

[0078] In diesem Fall reicht es aus, dass der Gesamtfehler ΔE_k anstelle der linken Seite von Gleichung (6) gespeichert wird.

AUSFÜHRUNGSBEISPIEL 2

[0079] Die [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) sind Blockdiagramme, die ein zweites Ausführungsbeispiel eines mobilen Satellitenkommunikationssystems gemäß der Erfindung zeigen, wobei [Fig. 12](#) eine Basisstation und [Fig. 13](#) eine Mobilstation zeigen. In diesem Ausführungsbeispiel werden der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_k und der Messfehler ΔD_k auf der Seite der Mobilstation erhalten und dann an die Basisstation übertragen. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel im wesentlichen durch das Nachstehende.

- (1) Der Speicher **33** der Basisstation wird vermieden.
- (2) Die Steuereinrichtung **35** der Basisstation ermittelt die gegenwärtige Sendeleistung P_k durch Aufsummieren der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} und überträgt die Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k über den Sender **43** an die Mobilstation.
- (3) Die Mobilstation ist mit einer Recheneinrichtung **63** und einem Speicher **65** versehen.
- (4) Die Recheneinrichtung **63** ermittelt den gegenwärtigen korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k aus der tatsächlichen Messzeit T_k und dem mittleren empfangenen Signalpegel Q_k , zugeführt von einem Messblock **61**, dem vorangehenden korrigierten mittleren empfangenen Sig-

nalpegel R_{k-1} und der gesamten Messzeit t_{k-1} , gespeichert in dem Speicher **65**, und der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} , zugeführt von dem Empfänger **57**.

(5) Die Mobilstation überträgt den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k über einen Sender **73** an die Basisstation.

[0080] [Fig. 14](#) ist ein Blockdiagramm, das die interne Konfiguration der Recheneinrichtung **63** der Mobilstation zeigt.

[0081] Die Recheneinrichtung **63** beinhaltet eine gesamte Messzeit-Berechnungseinrichtung **631**, eine korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel-Berechnungseinrichtung **633**, und eine Messfehler-Berechnungseinrichtung **635**.

[0082] Die gesamte Messzeit-Berechnungseinrichtung **631** berechnet die gesamte Messzeit t_k , die Gesamtsumme der tatsächlichen Messzeit T_k . Die gesamte Messzeit t_k wird der korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel-Berechnungseinrichtung **633**, der Messfehler-Berechnungseinrichtung **635** und dem Speicher **65** zugeführt. Die Messfehler-Berechnungseinrichtung **635** berechnet den Messfehler ΔD_k der Mobilstation über die gesamte Messzeit t_k . Die Funktionen der Berechnungseinrichtungen **631** und **635** sind zu denen ihrer Gegenstücke **311** und **315** in der Basisstation des ersten Ausführungsbeispiels vergleichbar.

[0083] Die korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel-Berechnungseinrichtung **633** berechnet den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k , der durch die folgende Gleichung gegeben ist.

$$R_k = \{(R_{k-1} + \Delta P_{k-1})t_{k-1} + Q_k T_k\} / t_k - \Delta D_k \quad (8)$$

[0084] Mit anderen Worten ermittelt die korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel-Berechnungseinrichtung **633** den gegenwärtigen korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k durch Berechnen des Zeitmittelwerts des gegenwärtigen mittleren empfangenen Signalpegels Q_k und der Summe des korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels R_{k-1} und der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} an dem Endpunkt der vorangehenden Messung sowie durch Subtrahieren des Messfehlers ΔD_k von seinem Ergebnis. Hierbei werden die gesamte Messzeit t_{k-1} und der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_{k-1} an dem Ende der vorangehenden Messung aus dem Speicher **65** zugeführt. Die Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} , welche von der Basisstation gesendet wird, wird von dem Empfänger **57** zugeführt. Darüber hinaus wird der Messfehler ΔD_k von der Messfehler-Berechnungseinrichtung **635** zugeführt, wird die gesamte Messzeit t_k bis zum Ende der gegenwärtigen Messfehler von der gesamte Messzeit-Berechnungseinrichtung **631** zugeführt, und werden die gegenwärtige

tatsächliche Messzeit T_k und der gegenwärtige mittlere empfangene Signalpegel Q_k von dem Messblock **61** zugeführt.

[0085] Der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_k und die gesamte Messzeit t_k , die so erhalten wurden, werden in dem Speicher **65** gespeichert. Diese sind zum Berechnen des nächsten korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels notwendig.

[0086] Andererseits berechnet die Recheneinrichtung **31** der Basisstation die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k , die durch die folgende Gleichung gegeben ist.

$$\Delta P_k = R_{\text{ref}} - R_k + \Delta S_k \quad (9)$$

[0087] Worin ΔS_k ein Pegeleinstellfehler aufgrund der Schrittwerte bzw. Schrittfehlerwerte einer Dämpfungseinrichtung zum Steuern der Sendeleistung der Basisstation ist. Folglich wird die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k durch Addieren des empfangenen Signalpegel-Referenzwerts und des Pegeleinstellfehlers sowie durch Subtrahieren, von der Summe, des gegenwärtigen korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels R_k berechnet.

[0088] Die Steuereinrichtung **35** der Basisstation berechnet die gegenwärtige Sendeleistung P_k anhand der folgenden Gleichung.

$$P_k = P_{k-1} + \Delta P_k \quad (10)$$

[0089] Mit anderen Worten wird die gegenwärtige Sendeleistung P_k durch Addieren der gegenwärtigen Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k zu der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} erhalten. Dann wird der übertragende Verstärker **45** derart gesteuert, dass seine Sendeleistung gleich P_k wird.

[0090] Der Sender **43** der Basisstation überträgt die Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k , die von der Steuereinrichtung **35** zugeführt wird, an die Mobilstation. Dieser Wert wird benötigt, wenn die Mobilstation den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k berechnet.

[0091] Die [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) sind Ablaufdiagramme, die den Betriebsablauf der Sendeleistungsteuerung in dem zweiten Ausführungsbeispiel näher zeigt, wobei [Fig. 15](#) den Betriebsablauf der Basisstation darstellt, und [Fig. 16](#) den Betriebsablauf der Mobilstation darstellt.

I. Steuerprozedur der Basisstation

1. Anfangsprozedur

[0092] Nach Beenden der Anfangseinstellung in Schritt SP31 von [Fig. 15](#) beginnt die Basisstation in

Schritt SP32 die Übertragung mit einer vorbestimmten anfänglichen Sendeleistung P_0 . Die Basisstation behält die Sendeleistung bei, bis der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_1 von der Mobilstation empfangen wird. Als die anfängliche Sendeleistung P_0 können die maximale Sendeleistung der Basisstation oder die in Übereinstimmung mit der Art der Mobilstation vorbestimmte Sendeleistung verwendet werden.

2. K-te Sendeleistung-Steuerprozedur

[0093] Der Empfänger **27** der Basisstation entscheidet in Schritt SP33, ob die nächsten Informationen von der Mobilstation empfangen werden oder nicht. Bei Empfangen der nächsten Informationen inkrementiert der Empfänger **27** in Schritt SP34 die Messperiodenanzahl k um eins und extrahiert in Schritt S35 den k -ten korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k , der von der Mobilstation gesendet wurde. Darauf folgend berechnet in Schritt SP36 die Recheneinrichtung **31** die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k anhand Gleichung (9). In Schritt SP37 berechnet die Steuereinrichtung **35** der Basisstation die gegenwärtige Sendeleistung P_k anhand Gleichung (10), und steuert den übertragenden Verstärker **45** derart, dass seine Sendeleistung in Schritt SP38 auf P_k eingestellt wird.

[0094] In Schritt SP39 überträgt der Sender **43** der Basisstation die Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k , die von der Steuereinrichtung **35** zugeführt wird, an die Mobilstation. Diese Größe wird von der Mobilstation benötigt, um den nächsten korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel zu berechnen.

[0095] In Schritt SP40 erfasst der Empfänger **27**, ob die Kommunikationen fortgesetzt werden oder nicht, und die Berechnungseinrichtung **31** beendet die Verarbeitung, falls er das Ende der Kommunikationen erfasst. Andererseits gibt dann, wenn die Kommunikationen fortgesetzt werden, die Recheneinrichtung **31** ihre Steuerung an Schritt SP33 zurück und wartet auf die nächsten Informationen von der Mobilstation. Bei Empfangen der nächsten Informationen inkrementiert der Empfänger **27** in Schritt SP34 und wiederholt vergleichbare Prozeduren.

II. Steuerprozedur der Mobilstation

[0096] Der Messblock **61** der Mobilstation beginnt mit dem Messen des mittleren empfangenen Signalpegel gleichzeitig mit dem Beginn der Kommunikationen. Nach dem Ausführen der Anfangseinstellung in Schritt SP51 von [Fig. 16](#) misst der Messblock **61** in Schritt SP52 die tatsächliche Messzeit T_k und den mittleren empfangenen Signalpegel Q_k in jeder vorbestimmten Messperiode T . Der gemessene mittlere empfangene Signalpegel Q_k wird zusammen mit der tatsächlichen Messzeit T_k der Recheneinrichtung **63**

zugeführt.

[0097] Die gesamte Messzeit-Berechnungseinrichtung **631** der Recheneinrichtung **63** berechnet die gesamte Messzeit t_k in Schritt SP53 durch Addieren der gegenwärtigen tatsächlichen Messzeit T_k zu der vorangehenden gesamten Messzeit t_{k-1} . In Schritt SP54 berechnet die Messfehler-Berechnungseinrichtung **635** der Recheneinrichtung **63** den Messfehler ΔD_k der Mobilstation anhand Gleichung (1). In Schritt SP55 extrahiert der Empfänger **57** die vorangehende Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} aus dem empfangenen Signal. Darüber hinaus berechnet die korrigierter mittlerer empfangener Signalpegel-Berechnungseinrichtung **633** der Recheneinrichtung **63** den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k in Schritt SP56.

[0098] In Schritt SP57 werden die gesamte Messzeit t_k , der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_k und der Messfehler ΔD_k in dem Speicher **65** gespeichert. Diese Werte sind zum Berechnen des nächsten korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels notwendig. In Schritt SP58 informiert die Recheneinrichtung **58** die Basisstation über den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k über den Sender **73**.

[0099] Die vorangehende Verarbeitung wird fortgesetzt, bis in Schritt SP59 das Ende der Kommunikationen erfasst wird. Im Einzelnen werden die Prozeduren in Schritt SP52 und die folgenden Schritte während den Kommunikationen fortgesetzt, indem die Messperiodennummer k in Schritt SP61 jedes Mal dann inkrementiert wird, wenn das Verstreichen der Messperiode T in Schritt SP60 erfasst wird.

[0100] Das vorliegende Ausführungsbeispiel hat einen Vorteil dahingehend, dass die Rechenlast der Basisstation reduziert wird, weil die Berechnung der korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel von jeweiligen Mobilstationen geteilt wird.

[0101] Obwohl das vorliegende Ausführungsbeispiel den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k anhand Gleichung (8) ermittelt, ist das Berechnungsverfahren nicht hierauf beschränkt. Zum Beispiel ist unter Anmerken des ersten Terms der rechten Seite von Gleichung (8) und Gleichung (9) ersichtlich, dass die folgende Gleichung erfüllt wird.

$$R_{k-1} + \Delta P_{k-1} = R_{\text{ref}} + \Delta S_{k-1} \quad (11)$$

[0102] Ein Substituieren der rechten Seite dieser Gleichung in Gleichung (8) wird in dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k resultieren. Das heißt, der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_k kann durch die folgende Gleichung erhalten werden.

$$R_k = \{(R_{\text{ref}} + \Delta S_{k-1})t_{k-1} + Q_k T_k\} / t_k \quad (12)$$

[0103] In diesem Fall ist es ausreichend, dass der Pegelinstellfehler ΔS_k anstelle der linken Seite von Gleichung (11) gespeichert wird.

[0104] Die Erfindung wurde im Einzelnen in Bezug auf verschiedene Ausführungsbeispiele beschrieben, und es ist nun aus dem Vorstehenden für den Fachmann ersichtlich, dass Änderungen und Modifikationen durchgeführt werden können, ohne den Schutzbereich der Patentansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Mobiles Satelliten-Kommunikationssystem mit einer Basisstation (1), die mit einer Mobilstation (2) über einen Kommunikationssatelliten (10) verbunden ist, wobei die Mobilstation umfasst: eine Messeinrichtung (61), die dazu angeordnet ist, aufeinander folgende tatsächliche Messzeiten T_k und mittlere empfangene Signalpegel Q_k für Werte von $k = 1, 2, \dots$ in jeder vorbestimmten Messperiode der Mobilstation T zu ermitteln; eine Einrichtung (631), die dazu angeordnet ist, eine gesamte Messzeit t_k zu berechnen, welche eine Gesamtsumme der tatsächlichen Messzeiten T_k am Ende einer gegenwärtigen Messperiode der Mobilstation ist; eine Einrichtung (635), die dazu angeordnet ist, einen Messfehler ΔD_k eines mittleren empfangenen Signalpegels in der gesamten Messzeit t_k am Ende der gegenwärtigen Messperiode zu ermitteln; eine Speichereinrichtung (65), die dazu angeordnet ist, eine gesamte Messzeit t_{k-1} und einen korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_{k-1} am Ende einer vorangehenden Messperiode der Mobilstation (2) zu speichern; eine Einrichtung (57), die dazu angeordnet ist, eine Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} aus einem von der Basisstation zu der Mobilstation gesendeten Signal zu extrahieren; eine Einrichtung (633), die dazu angeordnet ist, einen korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k am Ende einer gegenwärtigen Messperiode der Mobilstation (2) auf der Grundlage des korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels R_{k-1} , der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} , der gesamten Messzeit t_{k-1} , alle am Ende der vorangegangenen Messperiode, und des mittleren empfangenen Signalpegels Q_k , der tatsächlichen Messzeit T_k und der gesamten Messzeit t_k , alle am Ende der gegenwärtigen Messperiode, zu ermitteln; und eine Sendeeinrichtung (73), die dazu angeordnet ist, die Basisstation über den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k zu informieren; und wobei die Basisstation (1) umfasst: eine Einrichtung (27), die dazu angeordnet ist, den korrigierten mittleren Signalpegel R_k aus einem von

der Mobilstation (2) gesendeten empfangenen Signal zu extrahieren;
 eine Einrichtung (31), die dazu angeordnet ist, die Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation auf der Grundlage eines vorgeschichteten Pegeleinstellfehlers ΔS_k und einer Differenz zwischen dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k und einem vorbestimmten Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels der Mobilstation zu berechnen;
 eine Einrichtung (35), die dazu angeordnet ist, die gegenwärtige Sendeleistung P_k aus der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} zu ermitteln, und die Sendeleistung der Basisstation (1) mittels der gegenwärtigen Sendeleistung P_k zu steuern; und
 eine Einrichtung (43), die dazu angeordnet ist, Informationen über die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k an die Mobilstation (2) zu senden.

2. Mobiles Satelliten-Kommunikationssystem nach Anspruch 1, bei dem die Mobilstation ferner eine Einrichtung umfasst, die dazu angeordnet ist, einen Anfangswert P_o der Sendeleistung auf einen vorbestimmten Wert einzustellen.

3. Mobiles Satelliten-Kommunikationssystem nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem die Einrichtung (31), die dazu angeordnet ist, eine Sendeleistung-Steuergröße zu berechnen, so betreibbar ist, dass die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation (1) durch Hinzuaddieren des Pegeleinstellfehlers ΔS_k zu der Differenz zwischen dem Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels und dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k berechnet wird.

4. Mobiles Satelliten-Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Einrichtung (635) die dazu angeordnet ist, den Messfehler zu ermitteln, so betreibbar ist, dass der Messfehler ΔD_k durch Dividieren eines vorbestimmten Werts C durch die Quadratwurzel der gesamten Messzeit t_k am Ende der gegenwärtigen Messperiode T ermittelt wird.

5. Mobiles Satellitenkommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Einrichtung (633), die dazu angeordnet ist, den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel zu ermitteln, so betreibbar ist, dass der korrigierte mittlere empfangene Signalpegel R_k durch die folgende Gleichung ermittelt wird:

$$R_k = \{(R_{k-1} + \Delta P_{k-1})t_{k-1} + Q_k T_k\} / t_k - \Delta D_k.$$

6. Basisstation zur Verwendung in einem mobilen Satelliten-Kommunikationssystem, bei welchem im Gebrauch des Systems die Basisstation mit einer Mobilstation über einen Kommunikationssatelliten

verbunden ist, wobei die Basisstation (1) umfasst:
 eine Einrichtung (27), die dazu angeordnet ist (27), einen korrigierten mittleren Signalpegel R_k aus einem von der Mobilstation (2) gesendeten empfangenen Signal zu extrahieren;
 eine Einrichtung (31), die dazu angeordnet ist, eine Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation (1) auf der Grundlage eines vorgeschichteten Pegeleinstellfehlers ΔS_k und einer Differenz zwischen dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k und einem vorbestimmten Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels der Mobilstation (2) zu berechnen;
 eine Einrichtung (35), die dazu angeordnet ist, die gegenwärtige Sendeleistung P_k aus der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} zu ermitteln, und die Sendeleistung der Basisstation mittels der gegenwärtigen Sendeleistung P_k zu steuern; und
 eine Einrichtung (43), die dazu angeordnet ist, Informationen über die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k an die Mobilstation (2) zu senden.

7. Basisstation nach Anspruch 6, bei der die Einrichtung (31), die dazu angeordnet ist, eine Sendeleistung-Steuergröße zu berechnen, so betreibbar ist, dass die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation (1) durch Hinzuaddieren des Pegeleinstellfehlers ΔS_k zu einer Differenz zwischen dem Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels und dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k berechnet wird.

8. Mobiles Satelliten-Kommunikationsverfahren in einem mobilen Satelliten-Kommunikationssystem, bei welchem eine Basisstation (1) mit einer Mobilstation (2) über einen Kommunikationssatelliten (10) verbunden ist,
 wobei das Verfahren umfasst:
 Ermitteln (SP52), an der Mobilstation (2), einer tatsächlichen Messzeit T_k und eines mittleren empfangenen Signalpegels Q_k ($k = 1, 2, \dots$) in jeder vorbestimmten Messperiode T;
 Berechnen (SP53), an der Mobilstation (2), einer gesamten Messzeit t_k , welche eine Gesamtsumme der tatsächlichen Messzeiten T_k am Ende einer gegenwärtigen Messperiode der Mobilstation ist;
 Ermitteln (SP54), an der Mobilstation (2), eines Messfehlers ΔD_k eines mittleren empfangenen Signalpegels in der gesamten Messzeit t_k ;
 Speichern (SP57), an der Mobilstation (2), einer gesamten Messzeit t_{k-1} und eines korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels R_{k-1} am Ende einer vorangehenden Messperiode der Mobilstation (2);
 Extrahieren (SP55), an der Mobilstation (2), einer Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} aus einem von der Basisstation (1) zu der Mobilstation (2) gesendeten Signal;
 Ermitteln (SP56), an der Mobilstation (2), eines korri-

gierten mittleren empfangenen Signalpegels R_k am Ende einer gegenwärtigen Messperiode der Mobilstation (2) auf der Grundlage des korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels R_{k-1} , der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_{k-1} , der gesamten Messzeit t_{k-1} , alle am Ende der vorangegangenen Messperiode, und des mittleren empfangenen Signalpegels Q_k , der tatsächlichen Messzeit T_k und der gesamten Messzeit t_k , alle am Ende der gegenwärtigen Messperiode; und Informieren (SP56) der Basisstation über den korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k ; Extrahieren (SP35), an der Basisstation (1), des korrigierten mittleren Signalpegels R_k aus einem von der Mobilstation (2) gesendeten empfangenen Signal; Berechnen (SP36), an der Basisstation (1), der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation (1) auf der Grundlage eines vorgeschichteten Pegeleinstellfehlers ΔS_k und einer Differenz zwischen dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k und einem vorbestimmten Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels der Mobilstation (2); Ermitteln (SP37), an der Basisstation (1), die gegenwärtige Sendeleistung P_k aus der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} , und Steuern (SP38), an der Basisstation (1), der Sendeleistung der Basisstation (1) mittels der gegenwärtigen Sendeleistung P_k ; und Senden (SP39) von Informationen über die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k an die Mobilstation (2).

9. Verfahren nach Anspruch 8, ferner umfassend den Schritt des Einstellens eines Anfangswerts P_0 der Sendeleistung auf einen vorbestimmten Wert.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder Anspruch 9, bei dem der Schritt des Berechnens der Sendeleistung-Steuergröße das Hinzuaddieren des Pegeleinstellfehlers ΔS_k zu der Differenz zwischen dem Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels und dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k umfasst.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei dem der Schritt zum Ermitteln des Messfehlers das Dividieren eines vorbestimmten Werts C durch eine Quadratwurzel der gesamten Messzeit t_k umfasst.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, bei dem der Schritt zum Ermitteln des korrigierten mittleren empfangenen Signalpegels die folgende Gleichung verwendet:

$$R_k = \{(R_{k-1} + \Delta P_{k-1})t_{k-1} + Q_k T_k\} / t_k - \Delta D_k.$$

13. Sendeleistung-Steuerverfahren in einer Basisstation (1), die in einem mobilen Satelliten-Kommunikationssystem mit einer Mobilstation (2) über ei-

nen Kommunikationssatelliten (10) verbunden ist, wobei das Verfahren umfasst:

Extrahieren (SP35) eines korrigierten mittleren Signalpegels R_k aus einem von der Mobilstation (2) gesendeten empfangenen Signal;

Berechnen (SP36) einer Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k der Basisstation (1) auf der Grundlage eines vorgeschichteten Pegeleinstellfehlers ΔS_k und einer Differenz zwischen dem korrigierten mittleren empfangenen Signalpegel R_k und einem vorbestimmten Referenzwert R_{ref} des empfangenen Signalpegels der Mobilstation (2);

Ermitteln (SP37) der gegenwärtigen Sendeleistung P_k aus der Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k und der vorangehenden Sendeleistung P_{k-1} , und Steuern (SP38) der Sendeleistung der Basisstation (1) mittels der gegenwärtigen Sendeleistung P_k ; und

Senden (SP39) von Informationen über die gegenwärtige Sendeleistung-Steuergröße ΔP_k an die Mobilstation (2).

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

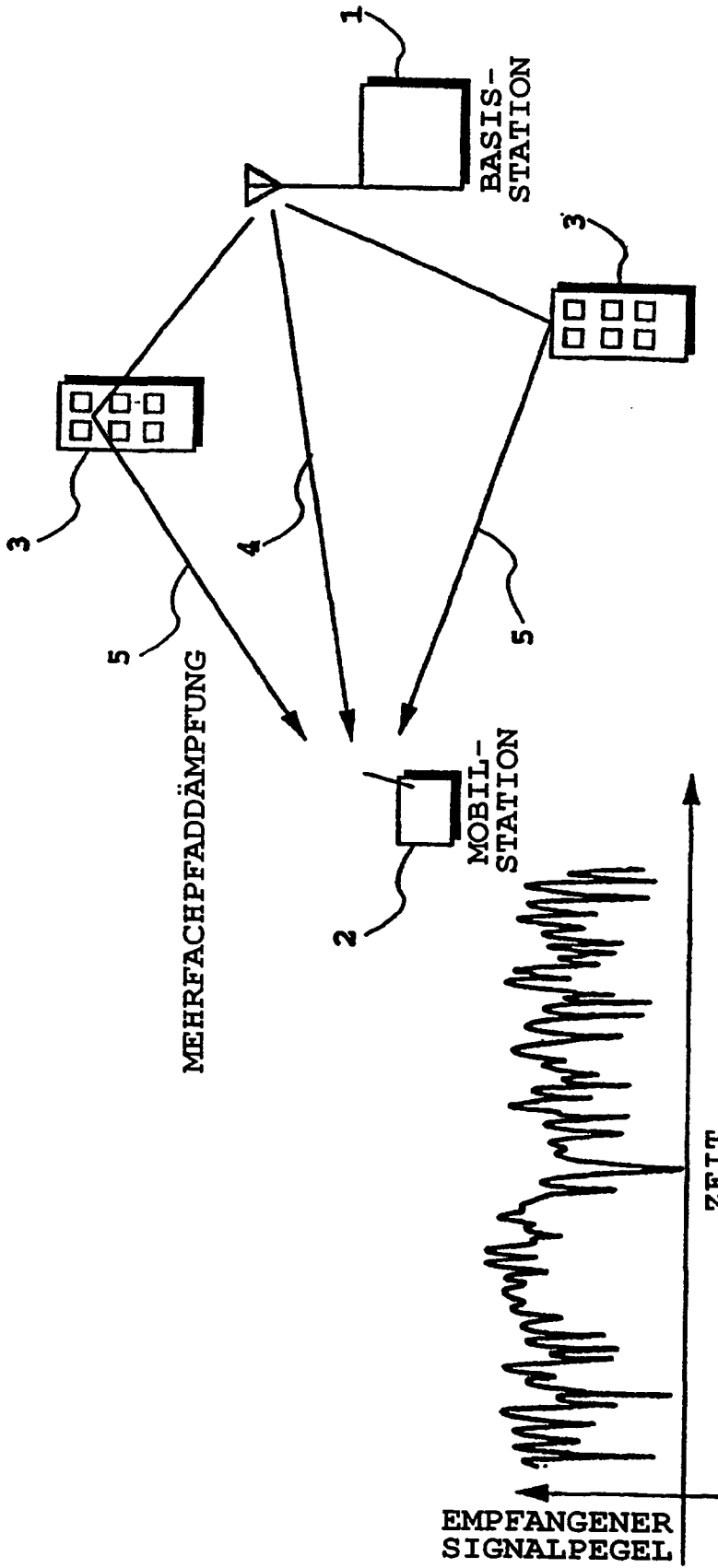


FIG. 1A
(STAND DER TECHNIK)

SCHWANKUNG DES EMPFANGENEN SIGNAL-
PEGELS AN DER MOBILSTATION

FIG. 1B
(STAND DER TECHNIK)

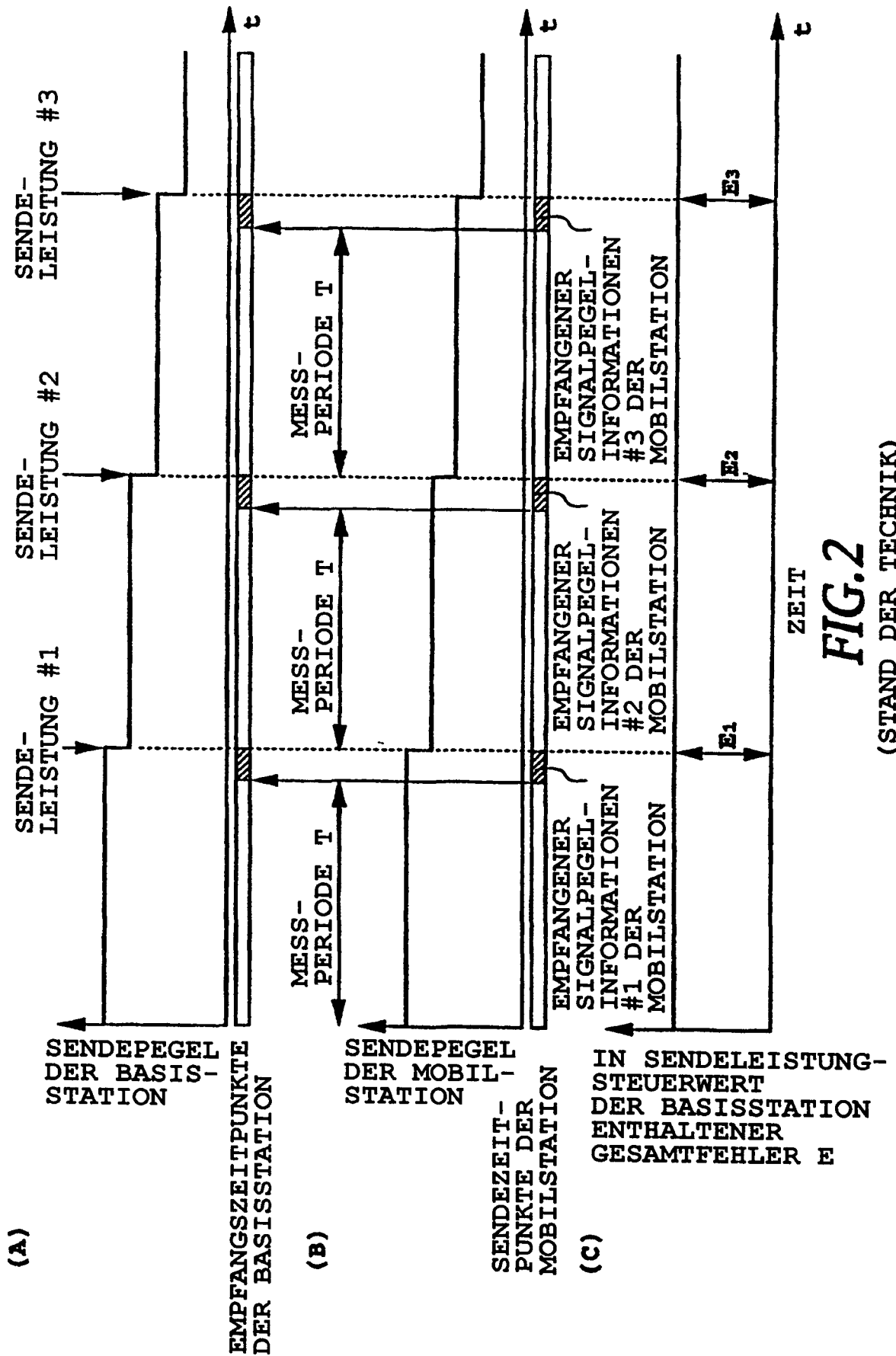


FIG.2

(STAND DER TECHNIK)

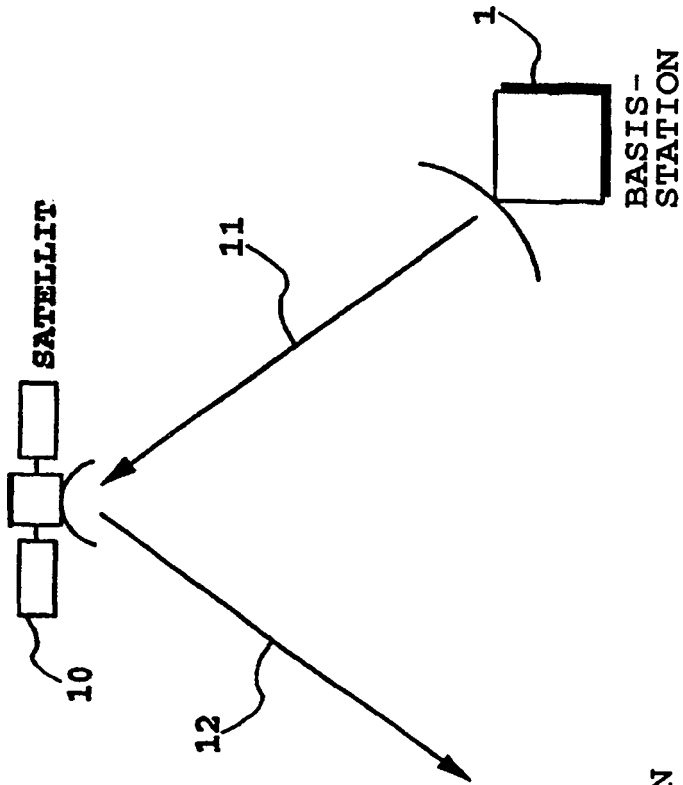
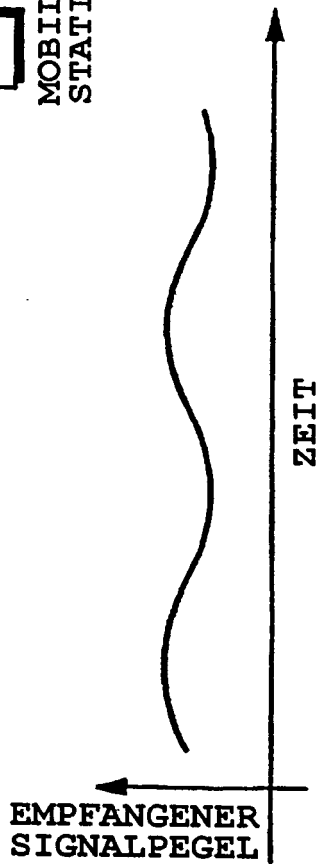


FIG.3A
(STAND DER TECHNIK)



SCHWANKUNG DES EMPFANGENEN
SIGNALPEGELS DER MOBILSTATION

FIG.3B
(STAND DER TECHNIK)

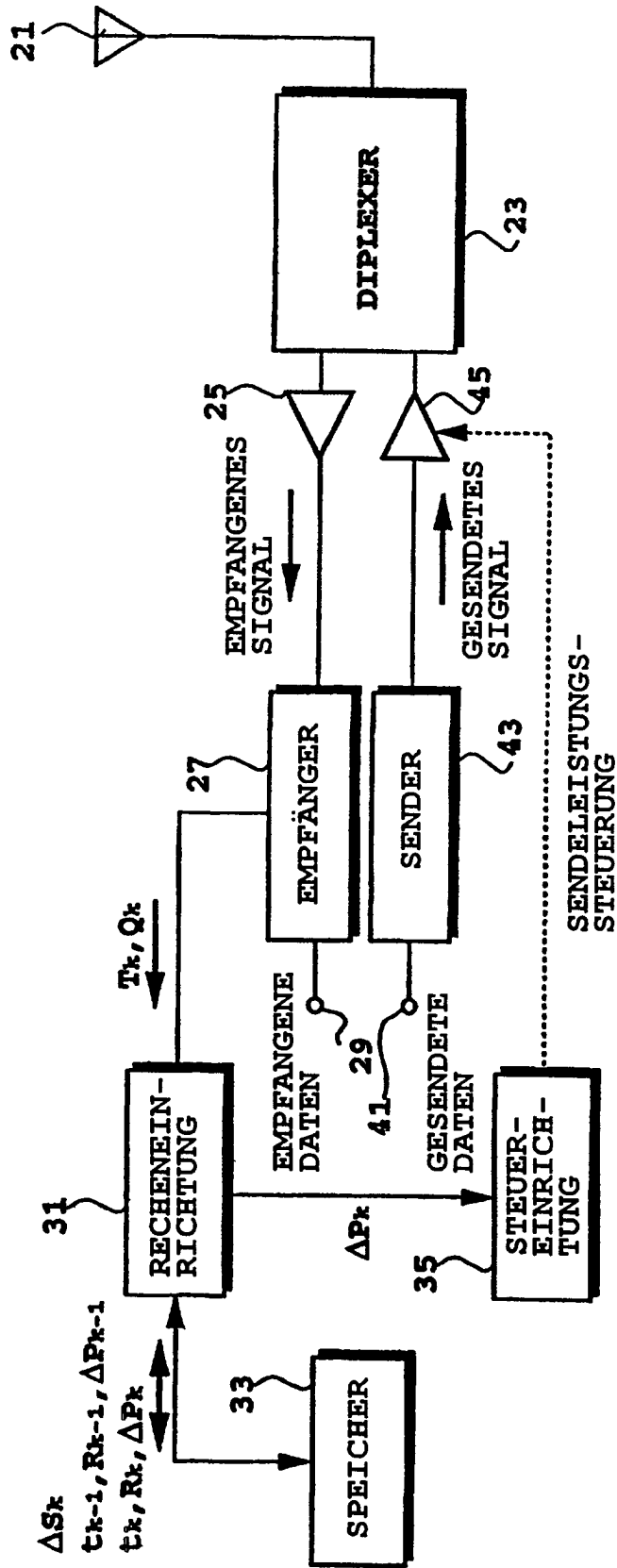


FIG. 4

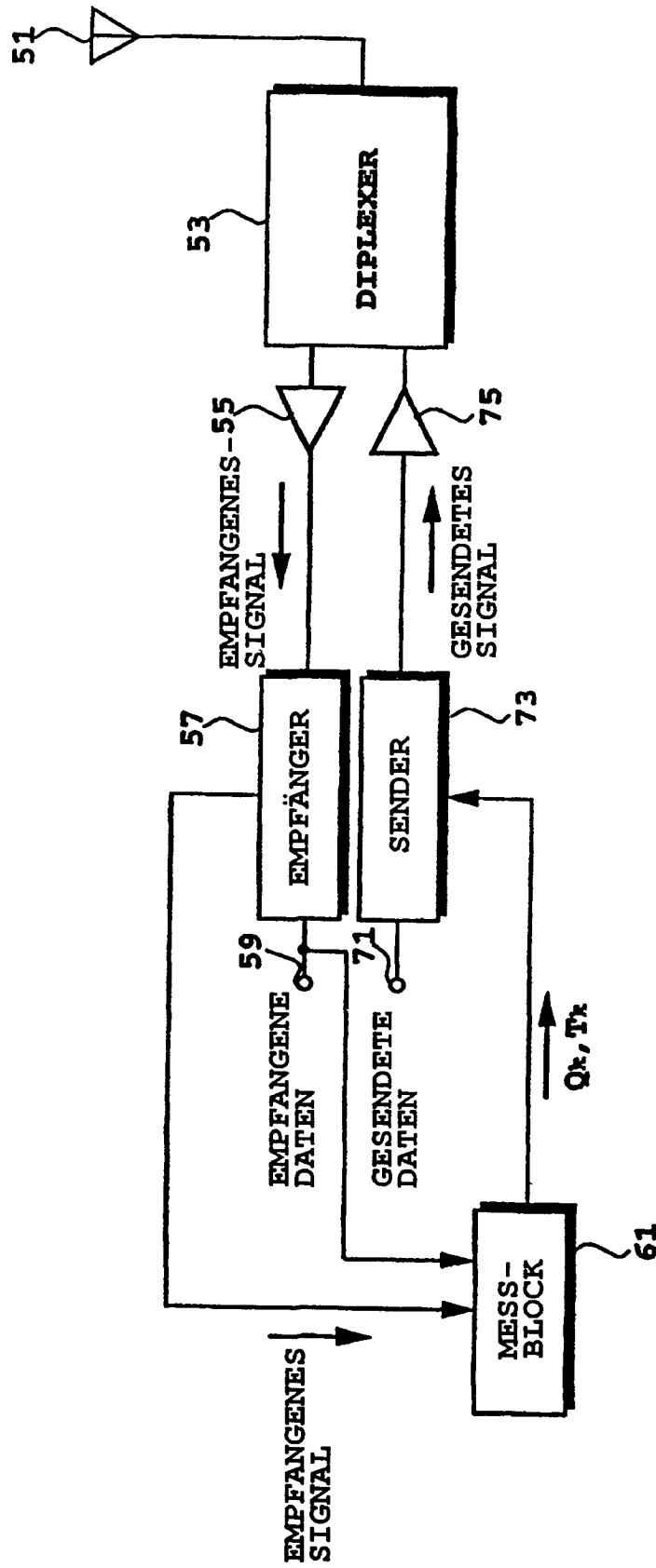


FIG. 5

SIGNAL- IDENTIFIKATOR (ID)	MITTLERER EMPFAN- GENER SIGNALPEGEL- INFORMATIONEN (Q_k)	TATSÄCHLICHE MESSZEIT (T_k)
---	---	--

EMPFANGENER SIGNALPEGEL-INFORMATIONEN (SG)

FIG.6

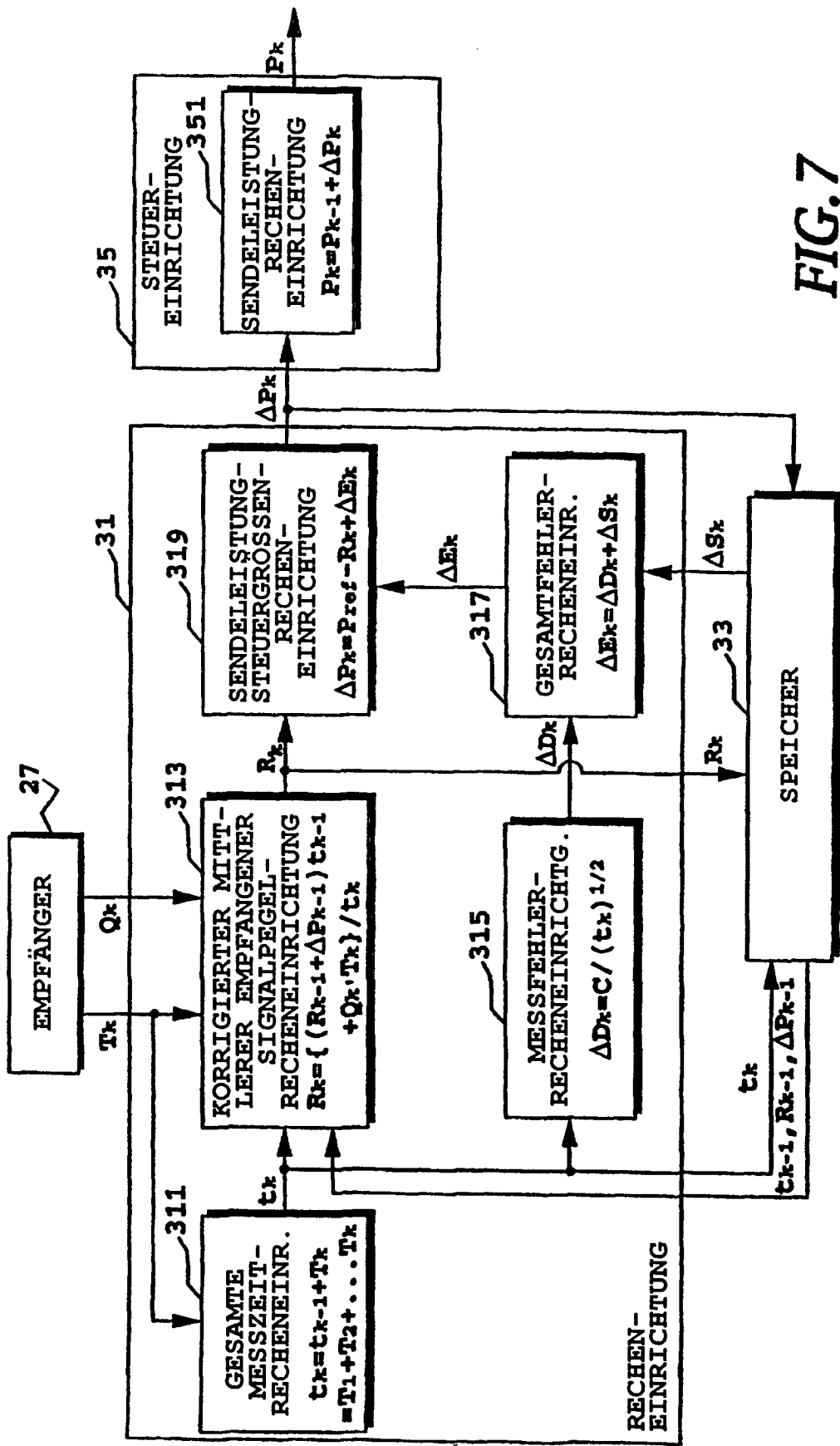


FIG. 7

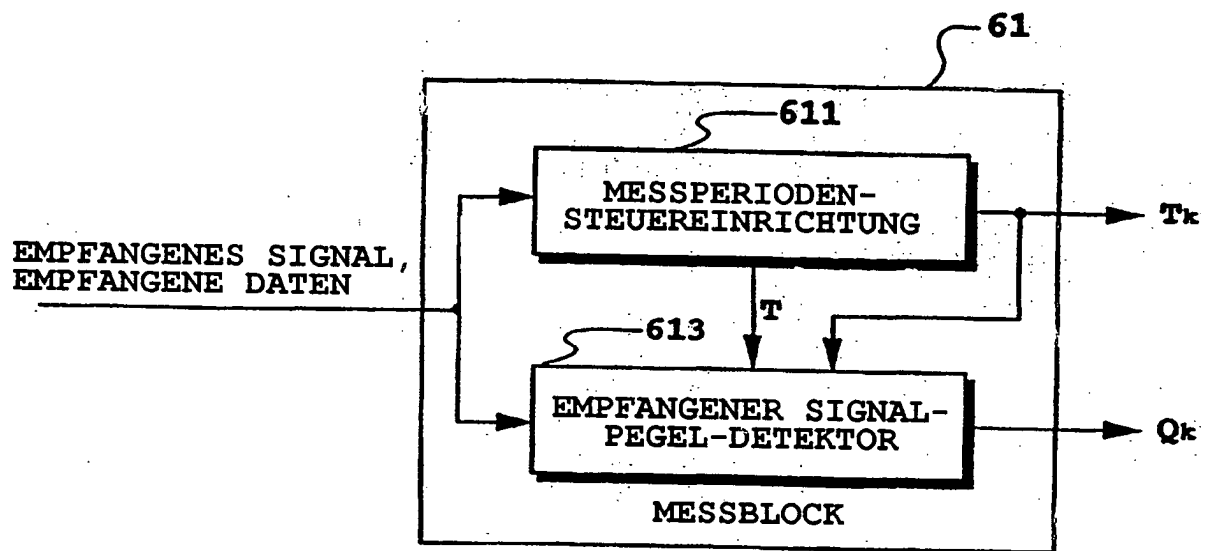


FIG. 8

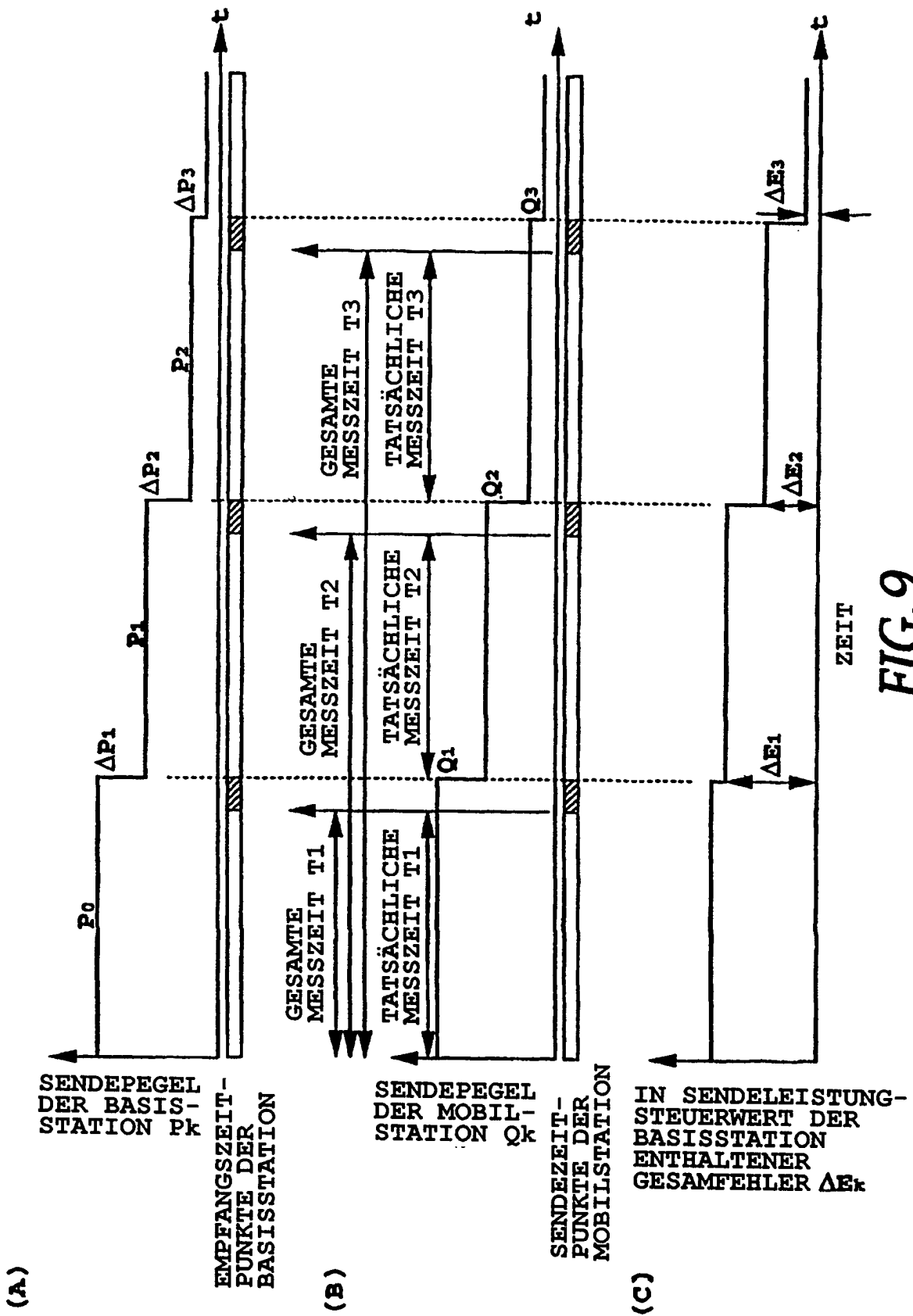


FIG. 9

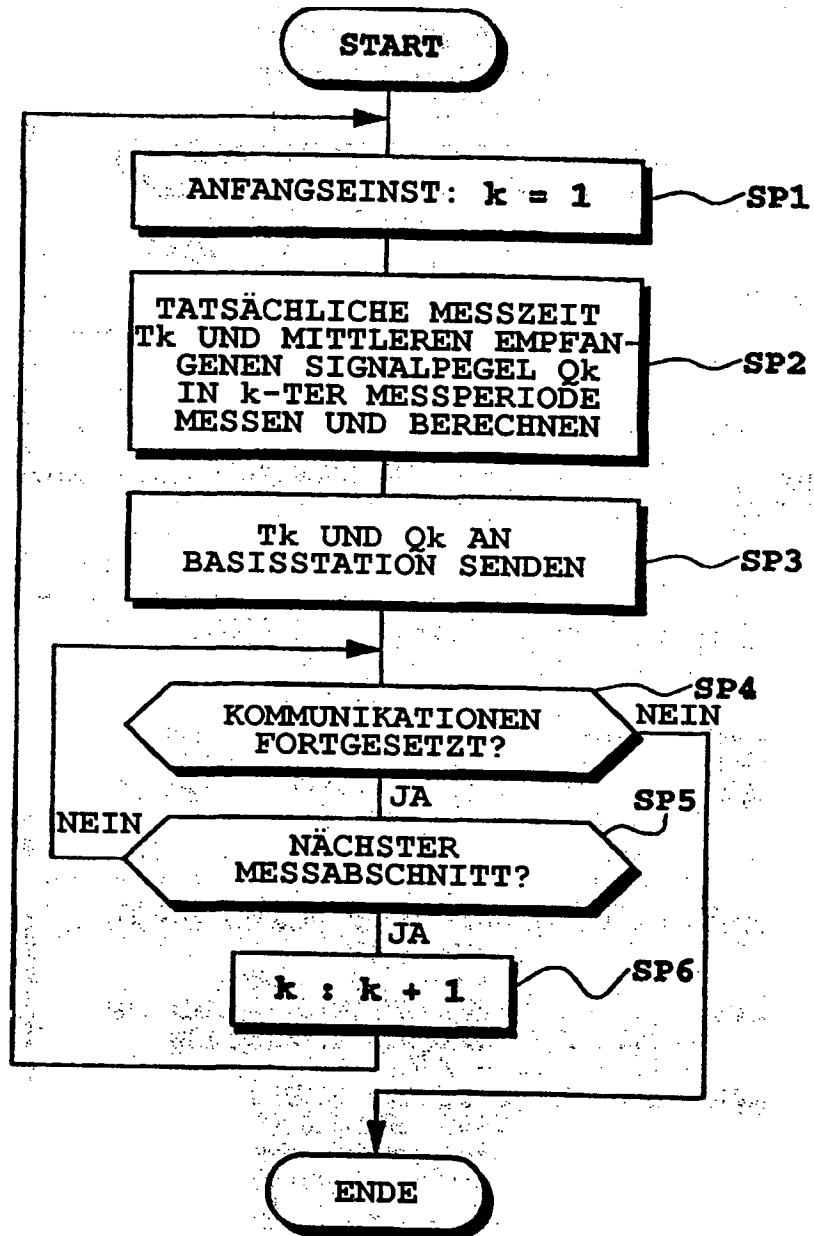


FIG.10

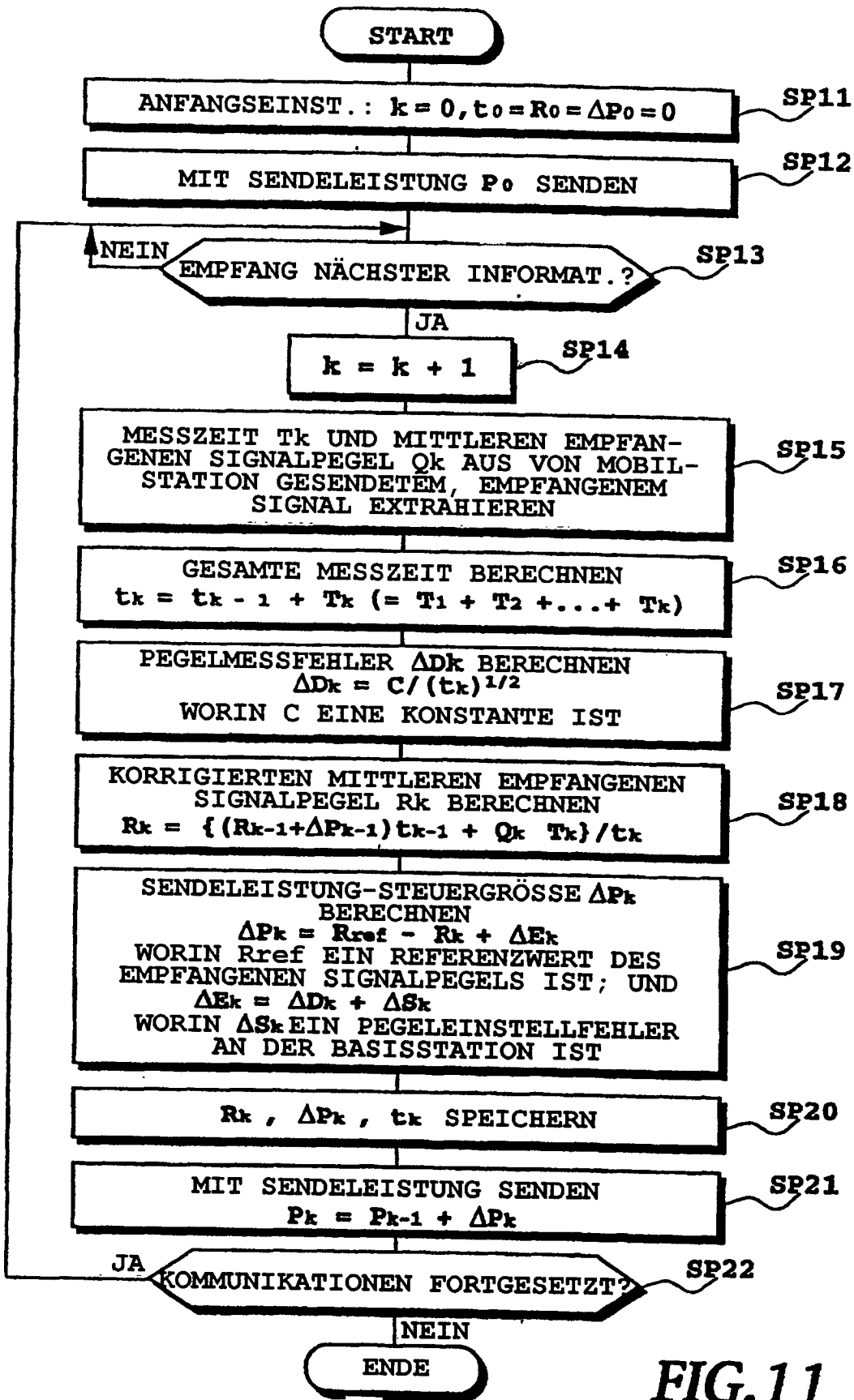


FIG.11

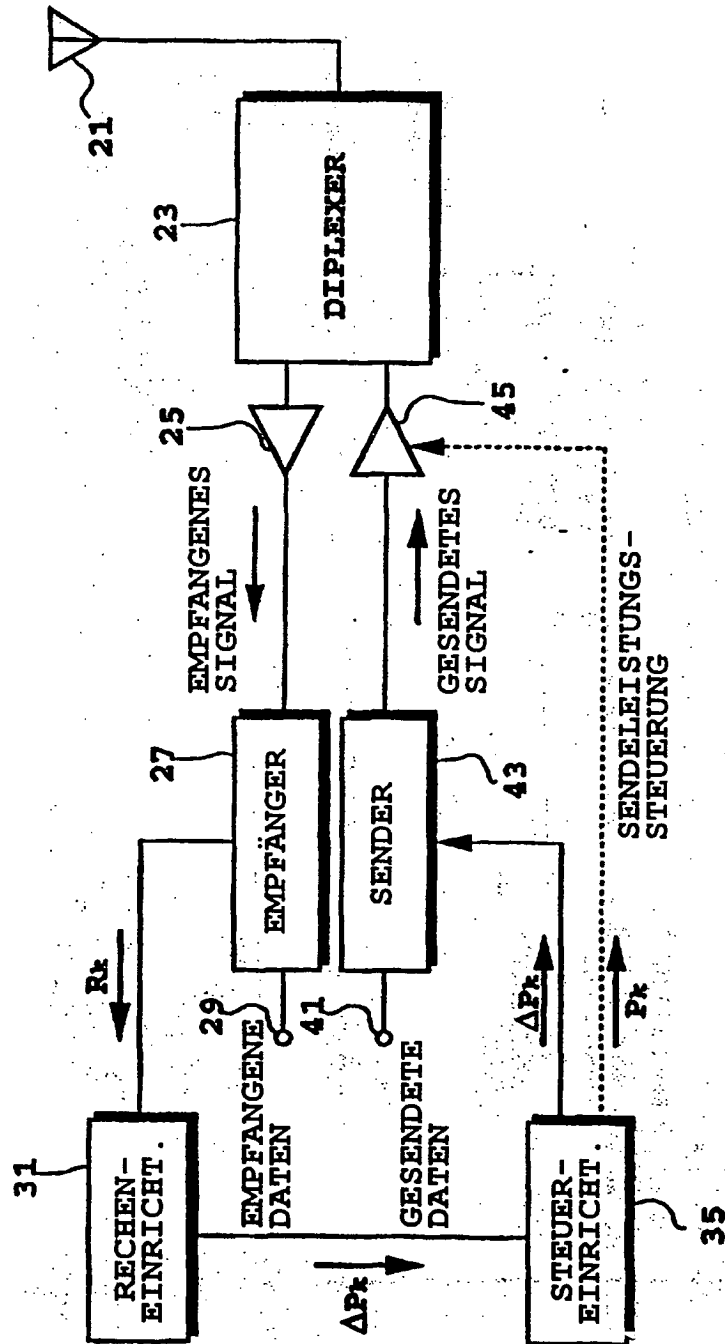


FIG. 12

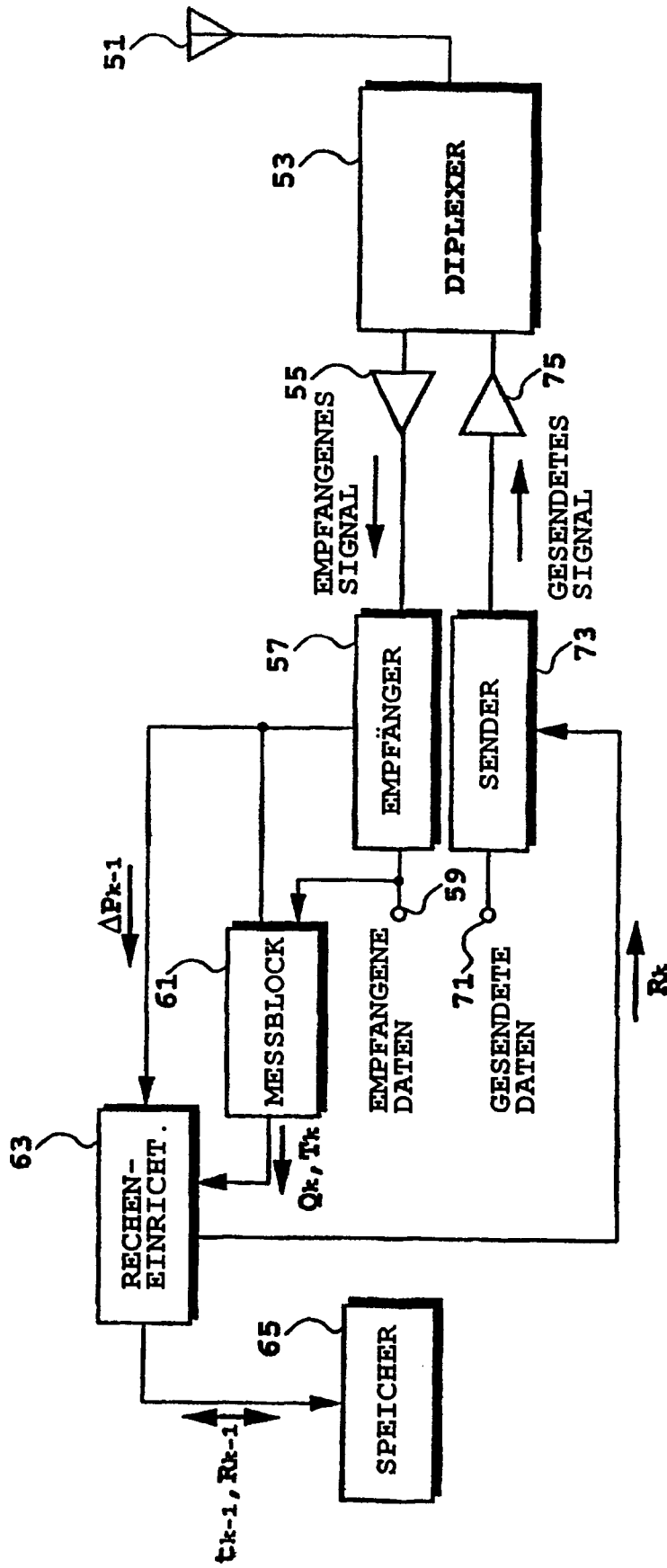


FIG. 13

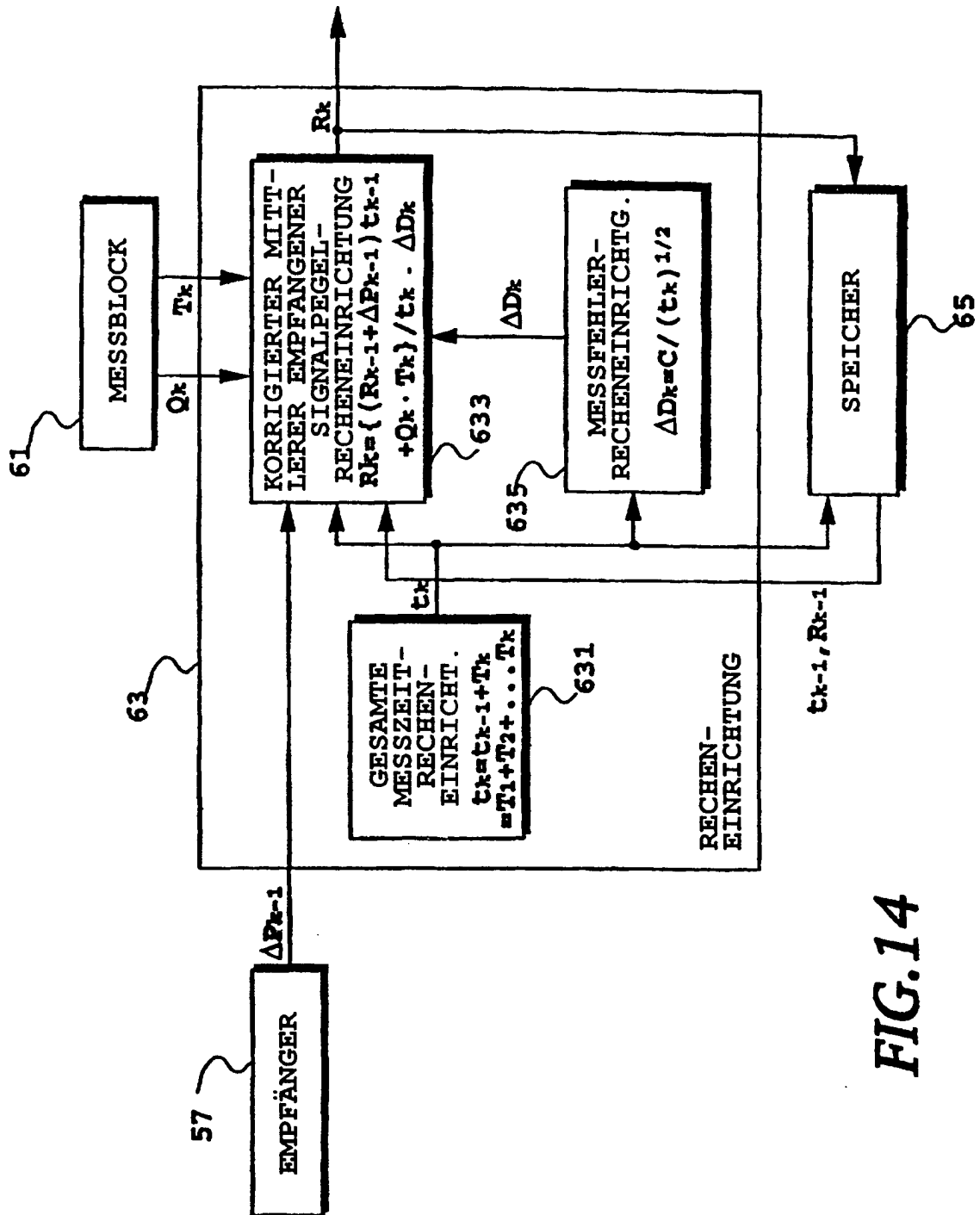


FIG. 14

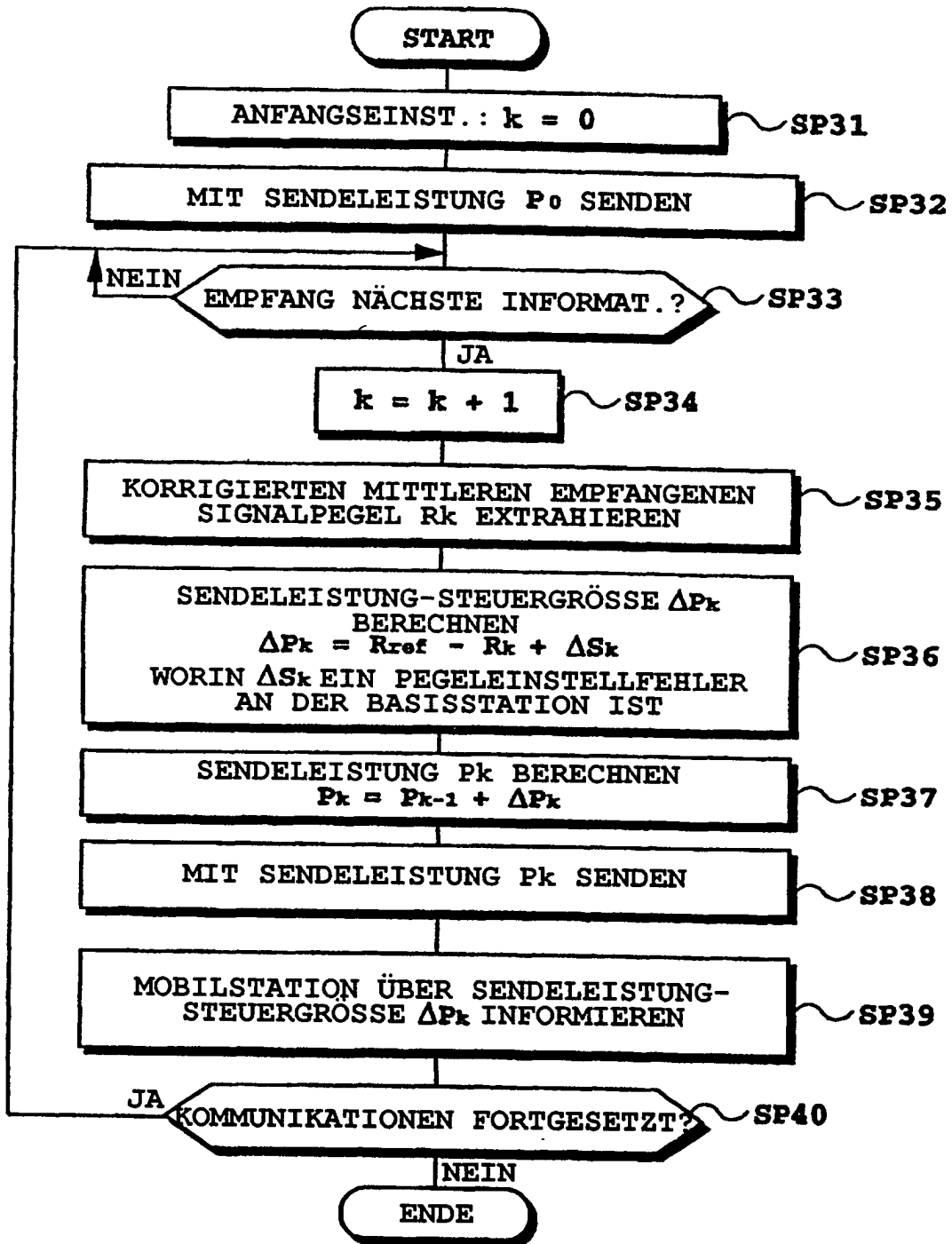


FIG.15

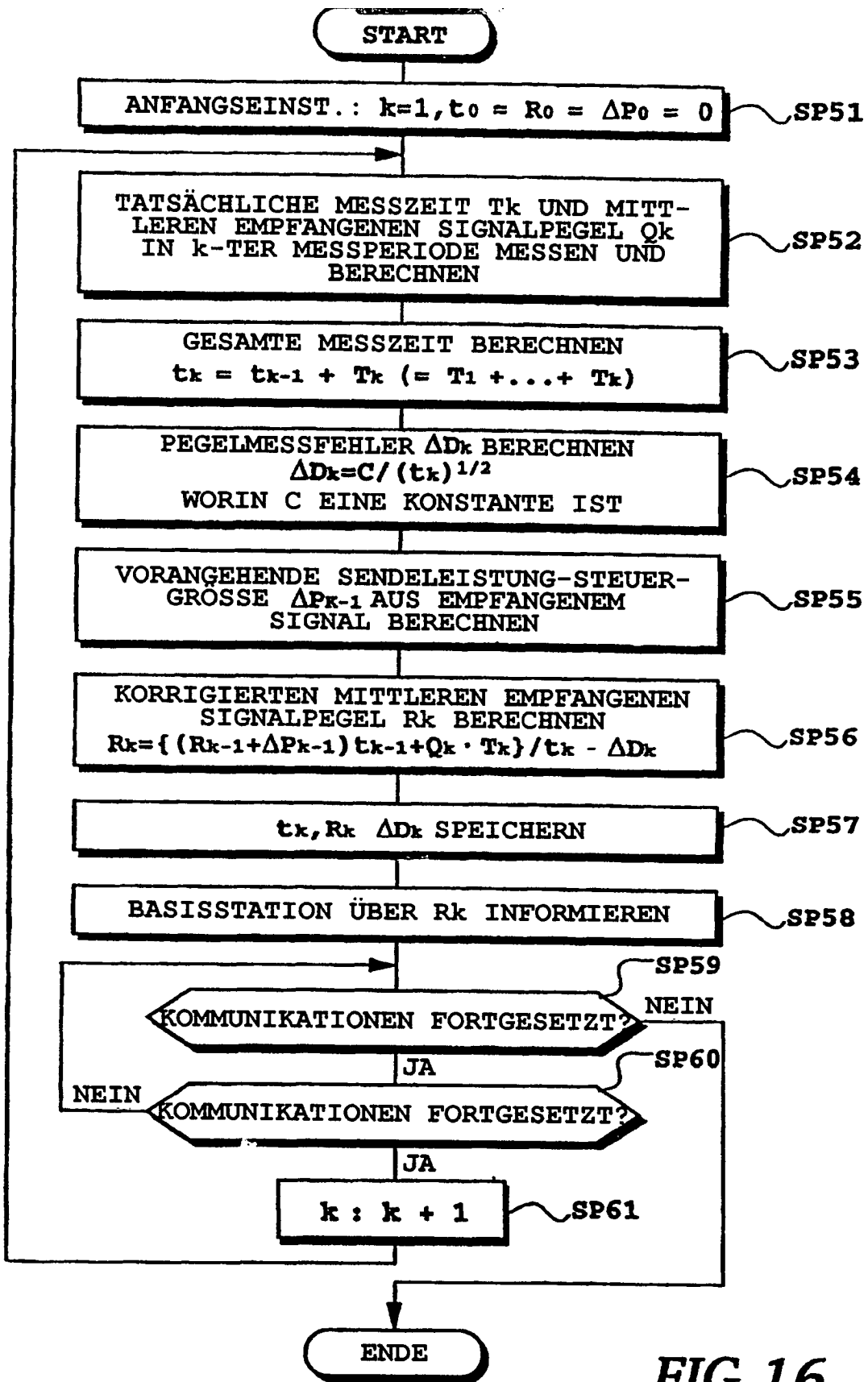


FIG.16