



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 10 046 T2 2004.02.26**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 114 527 B1**

(51) Int Cl.⁷: **H04B 7/005**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 10 046.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/SE99/01607**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 951 323.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/18033**

(86) PCT-Anmeldetag: **14.09.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **30.03.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **11.07.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **30.07.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.02.2004**

(30) Unionspriorität:

156695 18.09.1998 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(73) Patentinhaber:

**Telefonaktiebolaget L M Ericsson (publ),
Stockholm, SE**

(72) Erfinder:

**MATTISSON, Sven, S-237 32 Bjärred, SE;
HAARTSEN, Jaap, NL-7772 BG Hardenberg, NL**

(74) Vertreter:

HOFFMANN · EITLE, 81925 München

(54) Bezeichnung: **AUTOMATISCHE LEISTUNGSREGELUNG IN UNKOORDINIERTEN FREQUENZSPRUNGFUNK-SYSTEMEN**

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

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

Beschreibung**HINTERGRUND**

[0001] Die Erfindung betrifft Funkssysteme, die Frequenzsprung-(FH)-Spread-Spectrum-Verfahren einsetzen. Spezieller betrifft die Erfindung Leistungsverfahren zur Verwendung in Funksystemen, in denen mehrere, unkoordinierte und unsynchronisierte FH-Systeme den selben Bereich abdecken.

[0002] In den wenigen vergangenen Jahrzehnten hat der Fortschritt in der Funktechnik und der Technologie der sehr großmaßstäblichen Integration (VLSI) die weite Verwendung von Funkkommunikationsvorgängen in Verbraucheranwendungen begünstigt. Tragbare Geräte, beispielsweise Kofferradios, können nunmehr mit akzeptablen Kosten, Größen und Leistungsverbrauchseigenschaften hergestellt werden.

[0003] Obwohl sich die Drahtlostechnologie hauptsächlich heutzutage auf Sprachkommunikation konzentriert (beispielsweise in Bezug auf Handfunkgeräte), ist es wahrscheinlich, dass sich dieses Gebiet in der nahen Zukunft dahingehend erweitert, dass ein stärkerer Informationsfluss zu und von anderen Arten nomadisierender Geräte und fester Geräte zur Verfügung gestellt wird. Spezieller ist es wahrscheinlich, dass weitere Fortschritte der Technologie zu sehr kostengünstigen Funkeinrichtungen führen werden, die einfach in zahlreiche Geräte eingebaut werden können. Dies wird die Anzahl an Kabeln verringern, die momentan verwendet werden. So kann beispielsweise Funkkommunikation die Anzahl an Kabeln verringern oder völlig auf Null bringen, die zum Verbinden von Master-Geräten mit ihren jeweiligen Peripheriegeräten verwendet werden.

[0004] Die voranstehend erwähnten Funkkommunikationsvorgänge erfordern ein lizenzfreies Band mit ausreichender Kapazität, um Übertragungen mit hoher Datenrate zu ermöglichen. Ein geeignetes Band ist das industrielle, wissenschaftliche und medizinische Band (ISM-Band) bei 2,4 GHz, das global verfügbar ist. Das Band stellt 83,5 MHz Funkspektrum zur Verfügung.

[0005] Damit sich unterschiedliche Funknetzwerke das selbe Funkmedium ohne Koordination teilen können, wird normalerweise Signalstreuung eingesetzt. Tatsächlich wird von der FCC in den Vereinigten Staaten momentan gefordert, dass Funkeinrichtungen, die in dem 2,4 GHz-Band arbeiten, eine gewisse Form der Streuung einsetzen, wenn die Sendeleistung etwa 0 dBm überschreitet. Streuung kann entweder auf dem Symbolniveau durch Einsatz von Direktsequenz-Spread-Spectrum erfolgen, oder auf dem Kanalniveau durch Einsatz von Frequenzsprung-Spread-Spectrum (FH-Spread-Spectrum). Letzteres ist für die voranstehend erwähnten Funkanwendungen attraktiv, da es einfacher den Einsatz kostenünstiger Funkeinrichtungen gestattet.

[0006] Die Reichweite einer Funkverbindung wird

allgemein durch die Sendeleistung des Senders zusammen mit der Empfängerempfindlichkeit des Empfängers bestimmt, wobei die Empfängerempfindlichkeit jener Pegel des empfangenen Signals ist, bei dem ein akzeptierbarer Empfang gerade möglich ist. Die Empfängerempfindlichkeit wird normalerweise durch die Rauscheigenschaften in dem Empfänger bestimmt, die wiederum von der Bandbreite und den verfügbaren Versorgungsströmen abhängen. Normalerweise liegt die Empfängerempfindlichkeit eines Funkgerätes zum Zeitpunkt der Herstellung fest. Im Gegensatz ist die Leistung zum Senden (TX) normalerweise eine Variable. Abgesehen von Einschränkungen in Bezug auf Hardware und Stromversorgung wird die maximale TX-Leistung durch gesetzliche Regeln begrenzt. Selbst in einem lizenzfreien Band wie dem ISM-Band bei 2,4 GHz ist die maximale TX-Leistung auf 1 W beschränkt. Bei der voranstehend geschilderten Art von Anwendungen ist es jedoch unnötig, die TX-Leistung auf ihren Maximalwert festzuhalten. Stattdessen wird die TX-Leistung so herunterge-regelt, dass der Empfänger ein gerade ausreichendes Ausmaß an Signalleistung für eine akzeptierbare Verbindungsqualität empfängt. Die Verringerung der TX-Leistung auf den unmittelbar erforderlichen Pegel verringert den Stromverbrauch, wodurch nicht nur die Batterielebensdauer verlängert wird, sondern auch Störungen verringert werden. Die Verringerung von Störungen ist besonders wichtig, wenn sich zahlreiche unkoordinierte Funknetzwerke das selbe Medium teilen.

[0007] Die TX-Leistung sollte immer auf ein akzeptierbares Minimum gesteuert werden, um eine akzeptierbare Verbindungsqualität aufrechtzuerhalten. Bei der voranstehend geschilderten Art von Anwendungen sind die kommunizierenden Funkeinheiten Einheiten gleichberechtigter Teilnehmer, und versucht jede ihre TX-Leistung so weit wie möglich zu verringern. Dies führt zu einem Leistungssteueralgorithmus mit geschlossener Regelschleife, bei welcher der Empfänger dem Sender mitteilt, seine TX-Leistung in Abhängigkeit von den Empfangsbedingungen zu erhöhen oder zu verringern. Ein derartiges automatisches Leistungssteuerschema wurde beschrieben von G. H. Flammer im US-Patent Nr. 5,465,398, erteilt am 7. November 1995 („Automatic Power Level Control of a Packet Communication Link“). Dieses Patent beschreibt eine Prozedur, bei welcher die TX-Leistung des Senders auf Grundlage der Empfangssignalstärkeanzeige (RSSI) beim Empfänger geregelt wird. Entsprechend der geschilderten, herkömmlichen Vorgehensweise ist die Leistungssteuerung insoweit relativ, als der niedrigste RSSI-Wert eines erfolgreich empfangenen Paketes als ein Bezugswert verwendet wird. „Erfolgreich“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das gesamte Paket, einschließlich der Nutzlastdaten, ohne Fehler empfangen wurde. Für jene Pakete, die (erfolgreich) mit einem höheren RSSI-Pegel empfangen werden, wird die Differenz zwischen dem höheren RSSI-Pe-

gel und dem Bezugswert bestimmt, und dem Sender mitgeteilt, der dann seine TX-Leistung verringern kann. Pakete, die nicht erfolgreich empfangen werden, werden erneut mit höherer TX-Leistung gesendet.

[0008] Das Problem bei diesem Schema besteht darin, dass es nicht zwischen Bereich und Störungen unterscheidet. Wird ein Paket nicht erfolgreich empfangen, so kann dies entweder der Tatsache zugeschrieben werden, dass der Signalpegel zu niedrig ist, oder der Tatsache, dass der Störpegel zu hoch ist. Dies gilt besonders in einer Situation, in welcher zahlreiche, unkoordinierte Funksysteme den selben Bereich abdecken: diese Systeme stören einander, und Pakete gehen verloren infolge von Kollisionen zwischen unterschiedlichen Funkübertragungen. Würde man eine automatische Leistungssteuerstrategie wie jene, die von Flammer beschrieben wird, unter diesen Bedingungen einsetzen, würde sämtliche Funkeinheiten ihre Leistung erhöhen, was die Situation nur verschlechtern würde, da der abgedeckte Bereich und daher die Anzahl gegenseitiger Störer zunehmen würde. Tatsächlich können die Systeme instabil werden. In einem lizenzfreien Band wie dem ISM-Band, in dem der Betrieb der Funkeinheiten unkoordiniert verläuft, und die Funkeinheiten unabhängig voneinander arbeiten, würde eine Leistungssteuerstrategie auf Grundlage der Störungen zu einer unfairen Dominanz jenes Systems führen, dass die höchste TX-Leistung aufweist.

[0009] Ein zusätzliches Problem betrifft die Burst-Störbedingungen in FH-Systemen: wenn die unterschiedlichen Systeme unkoordiniert durch das Spektrum springen, tritt die Störung nur dann auf, wenn sie zufällig die selbe Sprungfrequenz zur selben Zeit verwenden. Infolge des Springens ändern sich die Störbedingungen für jeden Sprung. Wenn das System mit der Paketrate springt, ist die Einstellung der Leistung auf Grundlage des erfolgreichen Empfangs eines Paketes nicht sehr stabil.

ZUSAMMENFASSUNG

[0010] Die voranstehenden und weiteren Ziele werden erreicht in Sendeleistungssterverfahren und -einrichtungen zur Verwendung in einem Frequenzsprung-Funksystem, das Pakete von einer sendenden Funkeinheit zu einer empfangenden Funkeinheit überträgt, wobei jedes Paket eine Adresse enthält, welche die empfangende Funkeinheit angibt. Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird die empfangene Signalstärke von Paketen gemessen, deren Adressen erfolgreich in der empfangenden Funkeinheit empfangen wurden, unabhängig davon, ob andere Abschnitte der jeweiligen Paket erfolgreich empfangen wurden; und wird ein mittlerer Signalstärkewert aus den Messungen der empfangenden Signalstärke erzeugt. Dann wird eine mathematische Differenz zwischen dem mittleren Signalstärkewert und einem Sollwert bestimmt, welcher der empfangenden Fun-

keinheit zugeordnet ist, und wird als Grundlage zur Entscheidung verwendet, ob eine Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit geschickt werden soll.

[0011] Bei einem anderen Aspekt der Erfindung umfasst der Einsatz der mathematischen Differenz als Grundlage zum Entscheiden, ob eine Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit geschickt werden soll, das Senden einer Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit, falls die mathematische Differenz größer als eine erste Entscheidungsgrenze oder kleiner als eine zweite Entscheidungsgrenze ist.

[0012] Bei einem anderen Aspekt der Erfindung kann die Leistungssteuernachricht die mathematische Differenz enthalten.

[0013] Bei einem anderen Aspekt der Erfindung wird die Leistungssteuernachricht in der sendenden Funkeinheit empfangen, die dann ihre Sendeleistungspegel einheit um ein Ausmaß auf Grundlage der mathematischen Differenz einstellt.

[0014] Bei einem anderen Aspekt der Erfindung umfasst die Einstellung des Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit um ein Ausmaß auf Grundlage der mathematischen Differenz die Bestimmung, ob das Ausmaß auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass ein eingestellter Sendeleistungspegel einen vorbestimmten maximalen Sendeleistungspegel überschreitet. Falls das Ausmaß auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass der eingestellte Sendeleistungspegel den vorbestimmten maximalen Sendeleistungspegel überschreitet, wird der Sendeleistungspegel in der sendenden Funkeinheit so eingestellt, dass er nicht größer ist als der vorher festgelegte maximale Sendeleistungspegel.

[0015] Bei einem anderen Aspekt der Erfindung wird, wenn sich die sendende Funkeinheit auf dem vorbestimmten maximalen TX-Leistungspegel befindet, eine Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit an die empfangende Funkeinheit geschickt, die mitteilt, dass ein maximaler Sendeleistungspegel erreicht wurde.

[0016] Bei einem anderen Aspekt der Erfindung reagiert die empfangende Funkeinheit auf die Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit, die mitteilt, dass ein maximaler Sendeleistungspegel erreicht wurde, durch das Senden keiner weiteren Leistungssteuernachrichten an die sendende Funkeinheit, welche die sendende Funkeinheit anweisen, ihren Sendeleistungspegel weiter zu erhöhen.

[0017] Bei einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst das Einstellen des Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit um ein Ausmaß auf Grundlage der mathematischen Differenz die Bestimmung, ob das Ausmaß auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass ein eingestellter Sendeleistungspegel unter einem vorbestimmten minimalen Sendeleistungspegel absinkt.

Falls das Ausmaß auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass der eingestellte Sendeleistungspegel auf unterhalb des vorbestimmten minimalen Sendeleistungspegels abfällt, dann wird der Sendeleistungspegel in der sendenden Funkeinheit so eingestellt, dass er nicht kleiner ist als der vorbestimmte minimale Sendeleistungspegel.

[0018] Bei einem weiteren Aspekt der Erfindung wird, wenn sich die sendende Funkeinheit auf dem vorbestimmten minimalen TX-Leistungspegel befindet, eine Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit an die empfangende Funkeinheit geschickt, die mitteilt, dass der minimale Sendeleistungspegel erreicht wurde.

[0019] Bei einem weiteren Aspekt der Erfindung reagiert die empfangende Funkeinheit auf die Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit, die mitteilt, dass ein minimaler Sendeleistungspegel erreicht wurde, dadurch, dass keine weiteren Leistungssteuernachrichten an die sendende Funkeinheit geschickt werden, welche die sendende Funkeinheit anweisen, ihren Sendeleistungspegel weiter zu verringern.

[0020] Bei einem weiteren Aspekt der Erfindung beruht der Sollwert, welcher der empfangenden Funkeinheit zugeordnet ist, allein auf der Empfängerempfindlichkeit, oder wird eingestellt, um Implementierungsverluste und andere Ungenauigkeiten zu kompensieren.

[0021] Bei einem anderen Aspekt der Erfindung kann das Erzeugen des mittleren Signalstärkewertes aus den Messungen der empfangenen Signalstärke das Mitteln von Signalstärkewerten von den Messungen der empfangenen Signalstärke über einen Zeitraum umfassen, der sich über zumindest zwei Frequenzsprünge erstreckt.

[0022] Bei einem anderen Aspekt der Erfindung wird die Leistungssteuernachricht auf einem Steuerkanal übertragen, der zwischen der empfangenden Funkeinheit und der sendenden Funkeinheit eingerichtet ist. Alternativ kann sie in einem Rückkehrpaket enthalten sein, dass von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit übertragen wird.

[0023] Bei einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein höchstzulässiger Sendeleistungspegel immer dazu verwendet, die Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu schicken. Alternativ wird ein erster Sendeleistungspegel am Anfang dazu verwendet, die Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu schicken. Der Sendeleistungspegel der Leistungssteuernachricht wird dann allmählich von dem ersten Sendeleistungspegel auf immer höhere Pegel erhöht, bis ein Empfangssignalstärkepegel an der empfangenden Funkeinheit einen vorher festgelegten, akzeptierbaren Pegel erreicht hat.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] Die Ziele und Vorteile der Erfindung werden beim Lesen der folgenden, detaillierten Beschreibung zusammen mit den Zeichnungen deutlich, in welchen:

[0025] **Fig. 1** ein Störszenario zeigt, das vier Funkeinheiten betrifft, die hohe Sendeleistungspegel einsetzen;

[0026] **Fig. 2** ein Störszenario zeigt, das vier Funkeinheiten betrifft, die niedrige Sendeleistungspegel einsetzen;

[0027] **Fig. 3** ein Blockschaltbild ist, das Schaltungen an Sender- und Empfänger-Funkeinheiten zur Aufrechterhaltung einer Leistungssteuerschleife gemäß einem Aspekt der Erfindung zeigt;

[0028] **Fig. 4** ein Flussdiagramm einer Leistungssteuerprozedur ist, die an der Empfangs-Funkeinheit gemäß einem Aspekt der Erfindung durchgeführt wird; und

[0029] **Fig. 5** ein Flussdiagramm einer Leistungssteuerprozedur ist, die an der Sender-Funkeinheit gemäß einem Aspekt der Erfindung durchgeführt wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0030] Die verschiedenen Merkmale der Erfindung werden nachstehend in Bezug auf die Figuren beschrieben, in denen gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind.

[0031] **Fig. 1** zeigt zwei unabhängige Funkverbindungen **101**, **103** mit Frequenzsprung (FH), die in gegenseitiger Nähe arbeiten. Beispiele für Systeme, die derartige Verbindungen verwenden, sind in der WO-A-9914897 beschrieben, veröffentlicht am 25. März 1999 (US-Patentanmeldung Nr. 08/932,911, eingereicht am 17. September 1997), und in der WO-A-9914898, veröffentlicht am 25. März 1999 (US-Patentanmeldung Nr. 08/932,244, eingereicht am 17. September 1997). Der Abdeckungsbereich jeder Funkeinheit ist durch einen gestrichelten Kreis angedeutet. Die Einheiten **A** und **B** kommunizieren auf Grundlage eines FH-Schemas, wogegen die Einheiten **C** und **D** auf Grundlage eines anderen FH-Schemas kommunizieren. Die beiden Funkverbindungen **101**, **103** sind unkoordiniert, und verwenden gelegentlich den selben Sprungkanal. Abhängig von den Relativentfernungen zwischen den verschiedenen Einheiten **A**, **B**, **C** und **D** kann in diesem Fall ein Sendevorgang ausfallen, oder beide Sendevorgänge. Bei dem in **Fig. 1** gezeigten Fall sind die Abdeckungsbereiche so, dass tatsächlich Kollisionen auftreten. Die Einheiten **C** und **D** liegen in dem Abdeckungsbereich der Einheiten **A** und **B**, und umgekehrt; **A** und **B** stören sich daher mit **C** und **D**, und umgekehrt.

[0032] **Fig. 2** erläutert einen Fall, in welchem die TX-Leistungen der Funkeinheiten verringert wurden, was zu den kleineren Abdeckungsbereichen führt,

die in der Figur gestrichelt dargestellt sind. In diesem Fall sind die Signalstärken der beiden Systeme unzureichend dazu, die gegenseitig gewünschten, empfangenen Signale zu stören, und treten selbst dann keine Kollisionen auf, wenn die beiden Verbindungen gleichzeitig den selben Sprungkanal nutzen. Dieses Konzept wird allgemein in Zellulärsystemen eingesetzt, in denen Kanäle erneut an geographischen Orten verwendet werden, die ausreichend weit entfernt sind, so dass die gegenseitigen Störungen zu schwach sind, um die gewünschten Signale zu stören.

[0033] Aus den **Fig. 1** und **2** wird deutlich, dass die TX-Leistung immer so klein wie möglich eingestellt werden sollte, da dies die Gesamtkapazität (Gewinn an erneuten Einsätzen) erhöht. Darüber hinaus verringert dies den Stromverbrauch und verlängert daher die Batterielebensdauer. Die Strategie zur Bestimmung der Leistungspegelsteuerung sollte jedoch nicht auf dem festgestellten Störpegel beruhen, da eine derartige Strategie dazu führen kann, dass beide Sender-Empfängerpaare ihre Leistung erhöhen. Wenn dies geschieht, werden Störungen nicht verringert, und wird der Stromverbrauch erhöht.

[0034] Gemäß einem Aspekt der Erfindung beruht die Leistungssteuerung auf dem absoluten Signalpegel, der bei jedem Empfänger empfangen wird. Die TX-Leistung der sendenden Einheit wird auf einen Pegel eingestellt, der dazu führt, dass der empfangene Signalpegel ausreichend groß ist, um das in dem Empfänger erzeugte Rauschen (Empfängerempfindlichkeit) plus einer gewissen Toleranz zu überwinden. [0035] **Fig. 3** ist ein Blockschaltbild, das Schaltungen an Sender- und Empfänger-Funkeinheiten zur Aufrechterhaltung einer Leistungssteuerschleife gemäß einem Aspekt der Erfindung zeigt. Es wird eine Leistungssteuerstrategie mit geschlossener Regelschleife verwendet, bei welcher gemäß einem Aspekt die Einheit **A** der Einheit **B** mitteilt, welche TX-Leistung einzusetzen ist, auf Grundlage von Messungen der Signalstärke, die in der Einheit **A** vorgenommen werden; und umgekehrt die Einheit **B** der Einheit **A** mitteilt, welche TX-Leistung einzusetzen ist, auf Grundlage von Messungen der Signalstärke, die in der Einheit **B** vorgenommen werden. Um das Verständnis der Erfindung zu erleichtern zeigt **Fig. 3** nur jene Bauteile, die an der Prozedur zum Steuern der TX-Leistung der Einheit **A** beteiligt sind. Es ist leicht verständlich, dass zum Steuern der TX-Leistung der Einheit **B** die selben Bauteile und Strategien eingesetzt werden, wobei jedoch die Rollen der Einheit **A** und der Einheit **B** vertauscht sind.

[0036] Betrachtet man nun **Fig. 3**, so enthält die Einheit **B** eine RSSI-Messeinheit **301**, die einen RSSI-Wert auf Grundlage von Paketen erzeugt, die von der Einheit **A** empfangen werden. Jedes übertragene Paket enthält einen Adressabschnitt (beispielsweise in einem Vorspannabschnitt des Paketes), der den gewünschten Empfänger angibt, der bei diesem Beispiel die Einheit **B** ist. Vorzugsweise sind die einzigen

Pakete, mit denen eine RSSI-Messung durchgeführt wird, jene Pakete, deren Adressen erfolgreich empfangen werden, unabhängig davon, ob andere Abschnitte der jeweiligen Pakete erfolgreich empfangen werden. Dies erfolgt deswegen, um zu vermeiden, dass die Einheit **B** die Leistung der Einheit **A** unter Verwendung von Paketen einstellt, die fälschlicherweise von einer dritten Einheit empfangen wurden (beispielsweise einer benachbarten Einheit **C**). Um die Bestimmung zu erleichtern, ob die Adresse eines Paketes korrekt empfangen wurde, können Vorwärtsfehlerkorrekturcodes, beispielsweise Vorspannredundanzüberprüfungen (HECs, die das gleiche sind wie zyklische Redundanzüberprüfungen oder CRCs) zum Paket hinzugefügt werden (und typischerweise ist dies der Fall).

[0037] Dadurch, dass nur gefordert wird, dass der Adressenabschnitt des Paketes erfolgreich empfangen wird, und nicht gefordert wird, dass irgendein anderer Abschnitt des Paketes erfolgreich empfangen wird, erzielt dieser Aspekt der Erfindung einen Vorteil in jenen Situationen, in welchen die Adresse, jedoch nicht die Paketnutzlast (beispielsweise Daten) erfolgreich empfangen wurde. (Dies kann einfach geschehen, da Paketvorspanne typischerweise kürzer sind als der Nutzlastabschnitt, und mehr Vorwärtsfehlerkorrekturcodierung enthalten). Der Vorteil entsteht, da durch Kenntnis zumindest der Tatsache, dass das Paket von einer bestimmten empfangenden Funkeinheit empfangen werden sollte, diese Einheit immer noch eine RSSI-Messung mit dem Paket durchführen kann, was es ermöglicht, dass der Leistungssteuermechanismus weiterhin funktioniert (wobei möglicherweise der Sendeleistungspegel erhöht wird, so dass nachfolgende Paketnutzlasten mit weniger Fehlern empfangen werden). Im Gegensatz hierzu können herkömmliche Vorgehensweisen, die Messungen nur bei jenen Paketen durchführen, die vollständig erfolgreich empfangen wurden, zusammenbrechen, wenn eine Verschlechterung der Übertragungsverbindung zwischen der sendenden und der empfangenden Funkeinheit dazu führt, dass keine Pakete erfolgreich empfangen werden. In diesem Fall werden überhaupt keine Signalstärkemessungen durchgeführt, so dass keine Leistungssteuerungen erzeugt werden, und keine Leistungssteuerung mit geschlossener Regelschleife in herkömmlichen Systemen aufrechterhalten werden kann.

[0038] Kehrt man nun zu einer Diskussion von **Fig. 3** zurück, so wird von den Paketen angenommen, dass sie auf unterschiedlichen Sprungkanälen geschickt werden, wie dies üblich in FH-Funksystemen ist. Unterschiedliche Systeme können unterschiedliche Beziehungen zwischen der Zeitdauer, die zum Übertragen eines Pakets erforderlich ist, und der Frequenzsprung-Verweilzeit aufweisen (also der Zeitdauer, die die FH-Funksysteme dazu verwenden, über irgendeine der verschiedenen Frequenzen in der Sprungfrequenz zu kommunizieren). So kann beispielsweise die Sprung-Verweilzeit gerade ausrei-

chend lang sein, um die Übertragung genau eines Paketes zu ermöglichen. Alternativ kann die Sprung-Verweilzeit lang genug dauern, um die Übertragung von zwei oder mehr Paketen zu ermöglichen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Einheit **B** eine Mittlungsschaltung **303**, welche die RSSI von Paketen speichert, die über zahlreiche Sprünge auf unterschiedlichen Frequenzen empfangen werden (beispielsweise über zumindest zwei, und bei einigen Ausführungsformen über alle Sprünge in einer Sprungfrequenz), und eine mittlere RSSI bestimmt. Die Mittlungsschaltung **303** kann alternativ aus festverdrahteten Bauteilen bestehen, aus programmierten Verarbeitungsbauteilen, oder aus einer Kombination beider.

[0039] Bei einem anderen Aspekt der Erfindung enthält die Einheit **B** weiterhin einen Komparator **305**, der den in der Einheit **B** bestimmten Mittelwert mit einem Sollwert vergleicht, und hieraus eine mathematische Differenz bestimmt. Bei alternativen Ausführungsformen kann die mathematische Differenz durch Signale irgendeiner Auflösung repräsentiert werden, von einem Bit und mehr, abhängig von der Konstruktion des Gesamtsystems, und kann sowohl positive als auch negative Werte repräsentieren. Der bei dem Vergleich Verwendete Sollwert kann beispielsweise die Empfängerempfindlichkeit der Einheit **B** sein. Bei einigen Ausführungsformen kann es vorteilhaft sein, einen Toleranzbetrag zur Empfängerempfindlichkeit zu addieren, um den Sollwert zu bestimmen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Empfängerempfindlichkeit von Einheit zu Einheit unterschiedlich sein kann. Fortgeschrittenere Einheiten können eine niedrigere Empfängerempfindlichkeit aufweisen, und benötigen daher eine geringere TX-Leistung für den selben Bereich. Bei alternativen Ausführungsformen kann der Sollwert auf Parametern beruhen, die in keiner Beziehung zur Empfängerempfindlichkeit stehen.

[0040] Die mathematische Differenz zwischen dem mittleren RSSI-Wert und dem Sollwert wird dann zum Sender (der Einheit **A** bei diesem Beispiel) zurückgeschickt. Dies kann beispielsweise über einen speziellen Steuerkanal erzielt werden, zwischen der Einheit **A** und der Einheit **B**. Alternativ kann der mathematische Differenzwert dem Rückkehrpaket aufgesetzt (also in es eingeschlossen) werden, das von der Einheit **B** zur Einheit **A** geschickt wird. Ist die mathematische Differenz positiv, dann ist der gemessene RSSI-Wert größer als jener, der für die momentane Entfernung zwischen den Einheiten **A** und **B** benötigt wird. In diesem Fall kann die Einheit **A** ihre TX-Leistung verringern. Ist die mathematische Differenz negativ, dann kann die Einheit **A** ihre TX-Leistung erhöhen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Einheit **A** ihren momentanen TX-Leistungspegel nur um ein Ausmaß auf Grundlage des empfangenen mathematischen Differenzwertes einstellt. Die spezielle Beziehung zwischen dem Ausmaß der Einstellung und dem mathematischen Differenzwert ist system-

abhängig. Daher ist eine vollständige Diskussion, wie das Ausmaß der Einstellung auf Grundlage des empfangenen mathematischen Differenzwertes bestimmt werden soll, außerhalb des Umfangs der vorliegenden Beschreibung. Im allgemeinen fordert die Einheit **B** nur eine Änderung der TX-Leistung an, wenn die mathematische Differenz eine bestimmte Toleranz überschritten hat. Auf diese Weise ergibt sich eine Hysterese, die verhindert, dass die Einheit **B** ständig kleiner Aufwärts- und Abwärtsschritte anfordert. Eine derartige Situation würde zu einem relativ großen Overhead führen, wenn explizite Leistungsnachrichten verwendet werden.

[0041] Flussdiagramme der Leistungssteuerprozeduren, die am Empfänger bzw. Sender durchgeführt werden, sind in **Fig. 4** bzw. **5** gezeigt. In **Fig. 4** wird die RSSI jener Pakete gemessen, deren Adressen erfolgreich empfangen wurden (Schritt 401). Diese RSSI-Werte werden dann über einen Zeitraum bestimmt, der sich vorzugsweise über eine große Anzahl an Sprungfrequenzen erstreckt (Schritt 403). Der mittlere RSSI-Wert wird dann mit einem Sollwert verglichen (beispielsweise durch gegenseitige Subtraktion, um einen mathematischen Differenzwert zu erhalten (Schritt 405). Bei einigen Ausführungsformen kann der mathematische Differenzwert zu diesem Zeitpunkt dazu verwendet werden, direkt zu bestimmen, ob eine Einstellung der TX-Leistung erfolgen sollte (also auf Grundlage dessen, ob die mathematische Differenz gleich Null ist).

[0042] Allerdings wird in bevorzugten Ausführungsformen eine Hysterese erzeugt, durch Verwendung der Entscheidungsgrenzen Δa und Δb in einem Entscheidungsschritt (Schritt 407). Im einzelnen wird, wenn der mathematische Differenzwert alternativ größer als die Grenze Δa oder kleiner als die Grenze Δb ist, eine Leistungsnachricht einschließlich des mathematischen Differenzwertes an die Sendeeinheit geschickt (Schritt 409). Ist allerdings keine dieser Testbedingungen erfüllt, dann wird keine Leistungsnachricht gesendet. In jedem Fall beginnt der gesamte Vorgang erneut im Schritt 401 mit der Messung der RSSI für neu erfolgreich empfangene Pakete.

[0043] In **Fig. 5** stellt der Schritt 501 die herkömmliche Verarbeitung dar, die von einer Funkeinheit durchgeführt wird. Eine derartige Verarbeitung hängt selbstverständlich von der Art der Funkeinheit ab (beispielsweise, ob es sich um eine Drahtlosverarbeitungseinrichtung oder eine andere Art von Einrichtung handelt), und eine Diskussion dieser Verarbeitung liegt außerhalb des Umfangs der vorliegenden Beschreibung.

[0044] Zu einem gewissen Zeitpunkt wird eine Bestimmung durchgeführt, ob eine neue Leistungsnachricht empfangen wurde (Schritt 503). Falls nicht, wird die Verarbeitung mit dem Schritt 501 fortgesetzt.

[0045] Wurde jedoch eine neue Leistungsnachricht empfangen, dann wird der momentane TX-Pegel um ein Ausmaß eingestellt, das durch den Inhalt der neuen Leistungsnachricht festgelegt wird (Schritt 507).

Bei einigen Ausführungsformen kann der TX-Pegel nicht auf oberhalb vorbestimmter Maximalpegel und/oder unterhalb vorbestimmter Minimalpegel eingestellt werden. In derartigen Fällen enthält der Einstellschritt 507 einen Test, um festzustellen, ob die angestrebte Einstellung dazu führen würde, dass der eingestellte TX-Pegel entweder den vorbestimmten Maximalpegel überschreitet, oder den vorbestimmten Minimalpegel unterschreitet. In derartigen Fällen wird keine Einstellung über diese Grenzen hinaus vorgenommen. In derartigen Fällen ist es vorzuziehen (jedoch nicht bei allen Ausführungsformen erforderlich), dass die sendende Funkeinheit eine Steuernachricht an die empfangende Funkeinheit schickt, die mitteilt, dass der maximale/minimale TX-Leistungspegel erreicht wurde. In Reaktion hierauf sollte die empfangende Funkeinheit keine weiteren Leistungssteuernachrichten senden, die versuchen, die sendende Funkeinheit dazu zu veranlassen, den TX-Leistungspegel über die vorher festgelegten Grenzen hinaus einzustellen. Speziell schickt, wenn die empfangende Funkeinheit feststellt, dass sich die sendende Funkeinheit auf dem vorher festgelegten, maximalen TX-Leistungspegel befindet, sie keine weiteren Steuernachrichten, die versuchen, den TX-Leistungspegel über den vorbestimmten, maximalen TX-Leistungspegel hinaus zu erhöhen. Entsprechend schickt, wenn die empfangende Funkeinheit feststellt, dass sich die sendende Funkeinheit auf dem vorher festgelegten, minimalen TX-Leistungspegel befindet, sie keine weiteren Steuernachrichten, die versuchen, den TX-Leistungspegel auf einen Pegel zu verringern, der niedriger ist als der vorher festgelegte minimale TX-Leistungspegel.

[0046] Nach dem Einstellschritt 507 geht es mit der Verarbeitung wie üblich weiter (Schritt 501).

[0047] Die voranstehend geschilderte Prozedur richtet eine geschlossene Regelschleife zwischen Sender und Empfänger zum Steuern der TX-Leistung des Senders ein. Diese Prozedur schlägt sofort fehl, wenn die Schleife „unterbrochen ist“. Wenn beispielsweise die Verbindungsabschwächung plötzlich zunimmt, infolge eines Objektes zwischen Sender und Empfänger, hätte der Empfänger nicht die Fähigkeit, den Sender anzuweisen, seine TX-Leistung zu erhöhen. Um mit dieser Situation fertig zu werden, können zwei alternative Lösungen eingesetzt werden. Bei einer Ausführungsform wird das Steuerpaket, welches die Leistungssteuernachricht befördert, immer mit der höchstzulässigen TX-Leistung gesendet. Bei einer alternativen Ausführungsform beginnt die Leistung des Steuerpaketes, das die Leistungssteuernachricht befördert, auf einem ersten Leistungspegel. Wenn der Empfangspegel an der empfangenden Funkeinheit nicht erhöht wird, liegt dies vermutlich daran, dass die sendende Einheit nicht die Leistungssteuernachricht empfängt. Daher wird, beginnend auf dem ersten Leistungspegel, die Leistung des Steuerpaketes, welches die Leistungssteuernachricht befördert, allmählich erhöht, bis der Emp-

fangspegel an der empfangenden Funkeinheit erneut einen ausreichenden Pegel erreicht hat. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Prozedur nur bei jenen Paketen eingesetzt wird, welche Leistungssteuernachrichten enthalten. Bei allen anderen Nachrichten muss die andere Seite die Erhöhung der TX-Leistung anfordern.

[0048] Weist eine Einheit verschiedene Verbindungen zu unterschiedlichen Einheiten auf (beispielsweise eine Mastereinheit in Kommunikation mit einer Anzahl an Slave-Einheiten), sollte sie eine Leistungssteuerschleife unabhängig zu jeder Einheit unterstützen. Dann hängt die Leistung der Paketübertragung von der Entfernung und dem Sollempfangswert jedes einzelnen Empfängers ab. Möchte eine Einheit Sendepakete an alle verbundenen Einheiten schicken, sollte die Sendenachricht entweder auf dem maximalen Leistungspegel geschickt werden, oder alternativ auf dem höchsten der verschiedenen Leistungspegeln, die von den empfangenden Einheiten angefordert werden (also auf jenem Leistungspegel, der von jener Einheit angefordert wird, welche die schwächste Verbindung zwischen sich selbst und der sendenden Einheit aufweist).

[0049] Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf eine bestimmte Ausführungsform beschrieben. Fachleute auf diesem Gebiet wissen jedoch, dass es möglich ist, die Erfindung in bestimmten Formen zu verwirklichen, die sich von jenen der bevorzugten Ausführungsform unterscheiden, die voranstehend beschrieben wurden. Dies kann erfolgen, ohne vom Wesen der Erfindung abzuweichen. Die bevorzugte Ausführungsform ist nur beispielhaft, und sollte nicht auf irgendeine Art und Weise einschränkend verstanden werden. Der Umfang der Erfindung ergibt sich aus den beigefügten Patentansprüchen, statt aus der voranstehenden Beschreibung, und alle Variationen, die innerhalb des Bereichs der Patentansprüche liegen, sollen hiervon umfasst sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern der Sendeleistung in einem Frequenzsprung-Funksystem, das Pakete von einer sendenden Funkeinheit zu einer empfangenden Funkeinheit überträgt, wobei jedes Paket eine Adresse enthält, welche die empfangende Funkeinheit festlegt, mit folgenden Schritten:

Messen der Stärke des empfangenen Signal von Paketen, deren Adressen erfolgreich in der empfangenden Funkeinheit empfangen wurden, unabhängig davon, ob andere Anteile der jeweiligen Pakete erfolgreich empfangen wurden (**401**);

Erzeugung eines Mittelwertes der Signalstärke aus den Messungen der Stärke des empfangenen Signals (**403**);

Bestimmung einer mathematischen Differenz zwischen dem Mittelwert für die Signalstärke und einem Sollwert, welcher der empfangenden Funkeinheit zugeordnet ist (**405**); und

Verwendung der mathematischen Differenz als Grundlage zur Entscheidung, ob eine Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit geschickt werden soll (407).

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem der Schritt der Verwendung der mathematischen Differenz als Grundlage zur Entscheidung, ob eine Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit geschickt werden soll, folgende Schritte umfasst:

Senden einer Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit, wenn die mathematische Differenz größer als eine erste Entscheidungsgrenze ist; und
Senden der Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit, wenn die mathematische Differenz kleiner als eine zweite Entscheidungsgrenze ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die Leistungssteuernachricht die mathematische Differenz enthält.

4. Verfahren nach Anspruch 3, mit folgenden weiteren Schritten:

Empfangen der Leistungssteuernachricht in der sendenden Funkeinheit; und
Einstellung eines Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit um einen Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei welchem der Schritt der Einstellung des Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit um einen Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz umfasst:
Bestimmung, ob der Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass ein eingestellter Sendeleistungspegel einen vorbestimmten maximalen Sendeleistungspegel überschreitet; falls der Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass der eingestellte Sendeleistungspegel den vorbestimmten maximalen Sendeleistungspegel überschreitet, Einstellung des Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit so, dass er nicht größer ist als der vorher festgelegte maximale Sendeleistungspegel.

6. Verfahren nach Anspruch 5, mit folgendem weiteren Schritt:

Senden einer Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit an die empfangende Funkeinheit, die mitteilt, dass ein maximaler Sendeleistungspegel erreicht wurde.

7. Verfahren nach Anspruch 6, mit folgendem weiteren Schritt:

kein weiteres Senden in der empfangenden Funkeinheit, in Reaktion auf die Steuernachricht von der sen-

denden Funkeinheit, die mitteilt, dass ein maximaler Sendeleistungspegel erreicht wurde, von weiteren Leistungssteuernachrichten an die sendende Funkeinheit, welche die sendende Funkeinheit anweisen, ihren Sendeleistungspegel weiter zu erhöhen.

8. Verfahren nach Anspruch 4, bei welchem der Schritt der Einstellung des Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit um einen Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz umfasst:
Bestimmen, ob der Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass ein eingestellter Sendeleistungspegel unterhalb eines vorbestimmten minimalen Sendeleistungspegels absinkt;

wenn der Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass der eingestellte Sendeleistungspegel auf unterhalb des vorbestimmten minimalen Sendeleistungspegels absinkt, Einstellen des Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit so, dass er nicht kleiner ist als der vorbestimmte minimale Sendeleistungspegel.

9. Verfahren nach Anspruch 8, mit folgendem weiteren Schritt:

Senden einer Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit an die empfangende Funkeinheit, die mitteilt, dass ein minimaler Sendeleistungspegel erreicht wurde.

10. Verfahren nach Anspruch 9, mit folgendem weiteren Schritt:

kein weiteres Senden in der empfangenden Funkeinheit, in Reaktion auf die Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit, die mitteilt, dass ein minimaler Sendeleistungspegel erreicht wurde, von weiteren Leistungssteuernachrichten an die sendende Funkeinheit, welche die sendende Funkeinheit anweisen, ihren Sendeleistungspegel weiter abzusinken.

11. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem der der empfangenden Funkeinheit zugeordnete Sollwert auf der Empfängerempfindlichkeit beruht.

12. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem der Sollwert, welcher der empfangenden Funkeinheit zugeordnet ist, auf der Empfängerempfindlichkeit beruht, die so eingestellt ist, dass Implementierungsverluste und andere Ungenauigkeiten berücksichtigt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem der Schritt der Erzeugung eines Mittelwertes der Signalstärke aus den Messungen der Stärke des empfangenen Signals folgenden Schritt umfasst:

Mitteln von Signalstärkewerten aus den Messungen der Stärke des empfangenen Signals über einen Zeitraum, der sich über zumindest zwei Frequenzsprünge erstreckt.

14. Verfahren nach Anspruch 1, mit dem folgenden weiteren Schritt:

Senden, wenn entschieden wird, die Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu senden, der Leistungssteuernachricht auf einem Steuerkanal, der zwischen der empfangenden Funkeinheit und der sendenden Funkeinheit eingerichtet ist.

15. Verfahren nach Anspruch 1, mit folgendem weiteren Schritt:

Einschließen, wenn entschieden wird, die Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu schicken, der Leistungssteuernachricht in einem Rückkehrpaket, das von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit übertragen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 1, mit folgendem weiteren Schritt:

immer, wenn entschieden wird, die Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu schicken, einen höchstzulässigen Sendeleistungspegel verwenden, um die Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu schicken.

17. Verfahren nach Anspruch 1, mit folgendem weiteren Schritt:

anfänglich, wenn entschieden wird, die Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu schicken, Verwenden eines ersten Sendeleistungspegels zum Senden der Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit, und dann allmähliches Erhöhen des Sendeleistungspegels der Leistungssteuernachricht von dem ersten Sendeleistungspegel auf jeweils höhere Pegel, bis ein Empfangssignalstärkepegel an der empfangenden Funkeinheit einen vorbestimmten, akzeptierbaren Pegel erreicht hat.

18. Einrichtung zum Steuern der Sendeleistung in einem Frequenzsprung-Funksystem, das Pakete von einer sendenden Funkeinheit an eine empfangende Funkeinheit überträgt, wobei jedes Paket eine Adresse enthält, welche die empfangende Funkeinheit festlegt, und die Einrichtung aufweist:

eine Vorrichtung (**301**) zur Messung der Stärke empfangener Signale von Paketen, deren Adressen erfolgreich in der empfangenden Funkeinheit empfangen wurden, unabhängig davon, ob andere Anteile der jeweiligen Pakete erfolgreich empfangen wurden; eine Vorrichtung (**303**) zur Erzeugung eines Mittelwertes der Signalstärke aus den Messungen der Stärke der empfangenen Signale; eine Vorrichtung zur Bestimmung einer mathematischen Differenz zwischen dem Mittelwert der Signalstärke und einem Sollwert, welcher der empfangen-

den Funkeinheit zugeordnet ist; und eine Vorrichtung zur Verwendung der mathematischen Differenz als Grundlage zur Entscheidung, ob eine Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit geschickt werden soll.

19. Einrichtung nach Anspruch 18, bei welcher die Vorrichtung zur Verwendung der mathematischen Differenz als Grundlage zur Entscheidung, ob eine Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit geschickt werden soll, aufweist:

eine Vorrichtung zum Senden einer Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit, wenn die mathematische Differenz größer ist als eine Entscheidungsgrenze; und eine Vorrichtung zum Senden der Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit, wenn die mathematische Differenz kleiner ist als eine zweite Entscheidungsgrenze.

20. Einrichtung nach Anspruch 18, bei welcher die Leistungssteuernachricht die mathematische Differenz enthält.

21. Einrichtung nach Anspruch 20, welche weiterhin aufweist:

eine Vorrichtung zum Empfangen der Leistungssteuernachricht in der sendenden Funkeinheit; und eine Vorrichtung zur Einstellung eines Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit um einen Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz.

22. Einrichtung nach Anspruch 21, bei welcher die Vorrichtung zur Einstellung des Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit um einen Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz aufweist:

eine Vorrichtung zur Bestimmung, ob der Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass ein eingestellter Sendeleistungspegel einen vorbestimmten maximalen Sendeleistungspegel überschreitet; eine Vorrichtung zum Einstellen, in Reaktion auf eine Bestimmung, dass der Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass der eingestellte Sendeleistungspegel den vorbestimmten maximalen Sendeleistungspegel überschreitet, des Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit so, dass er nicht größer ist als der vorbestimmte maximale Sendeleistungspegel.

23. Einrichtung nach Anspruch 22, welche weiterhin aufweist:

eine Vorrichtung zum Senden einer Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit an die empfangende Funkeinheit, die mitteilt, dass ein maximaler Sendeleistungspegel erreicht wurde.

24. Einrichtung nach Anspruch 23, welche weiterhin aufweist:
eine Vorrichtung in der empfangenden Funkeinheit, die auf die Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit reagiert, die mitteilt, dass ein maximaler Sendeleistungspegel erreicht wurde, die dazu dient, keine weiteren Leistungssteuernachrichten an die sendende Funkeinheit zu senden, welche die sendende Funkeinheit anweisen, ihren Sendeleistungspegel weiter zu erhöhen.

25. Einrichtung nach Anspruch 21, bei welcher die Vorrichtung zur Einstellung des Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit um einen Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz aufweist:
eine Vorrichtung zur Bestimmung, ob der Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass ein eingestellter Sendeleistungspegel auf unterhalb eines vorbestimmten maximalen Sendeleistungspegels absinkt;
eine Vorrichtung zur Einstellung in Reaktion auf eine Bestimmung, dass der Betrag auf Grundlage der mathematischen Differenz dazu führen würde, dass der eingestellte Sendeleistungspegel auf unterhalb des vorbestimmten maximalen Sendeleistungspegels abfällt, des Sendeleistungspegels in der sendenden Funkeinheit so, dass dieser nicht kleiner ist als der vorbestimmte minimale Sendeleistungspegel.

26. Einrichtung nach Anspruch 25, welche weiterhin aufweist:
eine Vorrichtung zum Senden einer Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit an die empfangende Funkeinheit, welche mitteilt, dass ein minimaler Sendeleistungspegel erreicht wurde.

27. Einrichtung nach Anspruch 26, welche weiterhin aufweist:
eine Vorrichtung in der empfangenden Funkeinheit, die auf die Steuernachricht von der sendenden Funkeinheit reagiert, die mitteilt, dass ein minimaler Sendeleistungspegel erreicht wurde, und dazu dient, keine weiteren Leistungssteuernachrichten an die sendende Funkeinheit zu senden, welche die sendende Funkeinheit anweisen, ihren Sendeleistungspegel weiter zu verringern.

28. Einrichtung nach Anspruch 18, bei welcher der Sollwert, welcher der empfangenden Funkeinheit zugeordnet ist, auf der Empfängerempfindlichkeit beruht.

29. Einrichtung nach Anspruch 18, bei welcher der Sollwert, welcher der empfangenden Funkeinheit zugeordnet ist, auf der Empfängerempfindlichkeit beruht, die so eingestellt ist, dass Implementierungsverluste und andere Ungenauigkeiten berücksichtigt werden.

30. Einrichtung nach Anspruch 18, bei welcher die Vorrichtung zur Erzeugung des Mittelwertes der Signalstärke aus den Messungen der Stärke des empfangenen Signals aufweist:
eine Vorrichtung zum Mitteln von Signalstärkewerten von den Messungen der Stärke des empfangenen Signals über einen Zeitraum, der sich über zumindest zwei Frequenzsprünge erstreckt.

31. Einrichtung nach Anspruch 18, welche weiterhin aufweist:
eine Vorrichtung zum Senden, in Reaktion auf eine Entscheidung, die Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu schicken, der Leistungssteuernachricht auf einem Steuerkanal, der zwischen der empfangenden Funkeinheit und der sendenden Funkeinheit eingerichtet ist.

32. Einrichtung nach Anspruch 18, welche weiterhin aufweist:
eine Vorrichtung zum Einschließen, in Reaktion auf eine Entscheidung, die Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu senden, der Leistungssteuernachricht in einem Rückkehrpaket, das von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit übertragen wird.

33. Einrichtung nach Anspruch 18, welche weiterhin aufweist:
eine Vorrichtung, die auf eine Entscheidung zum Senden der Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit damit reagiert, immer einen höchstzulässigen Sendeleistungspegel zum Senden der Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu verwenden.

34. Einrichtung nach Anspruch 18, welche weiterhin aufweist:
eine Vorrichtung, die in Reaktion auf eine Entscheidung, die Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu senden, dazu dient, ursprünglich einen ersten Sendeleistungspegel zum Senden der Leistungssteuernachricht von der empfangenden Funkeinheit an die sendende Funkeinheit zu verwenden, und dann allmählich den Sendeleistungspegel für die Leistungssteuernachricht von dem ersten Sendeleistungspegel auf immer höhere Pegel erhöht, bis ein Empfangssignalstärkepegel an der empfangenden Funkeinheit einen vorbestimmten, akzeptierbaren Pegel erreicht hat.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

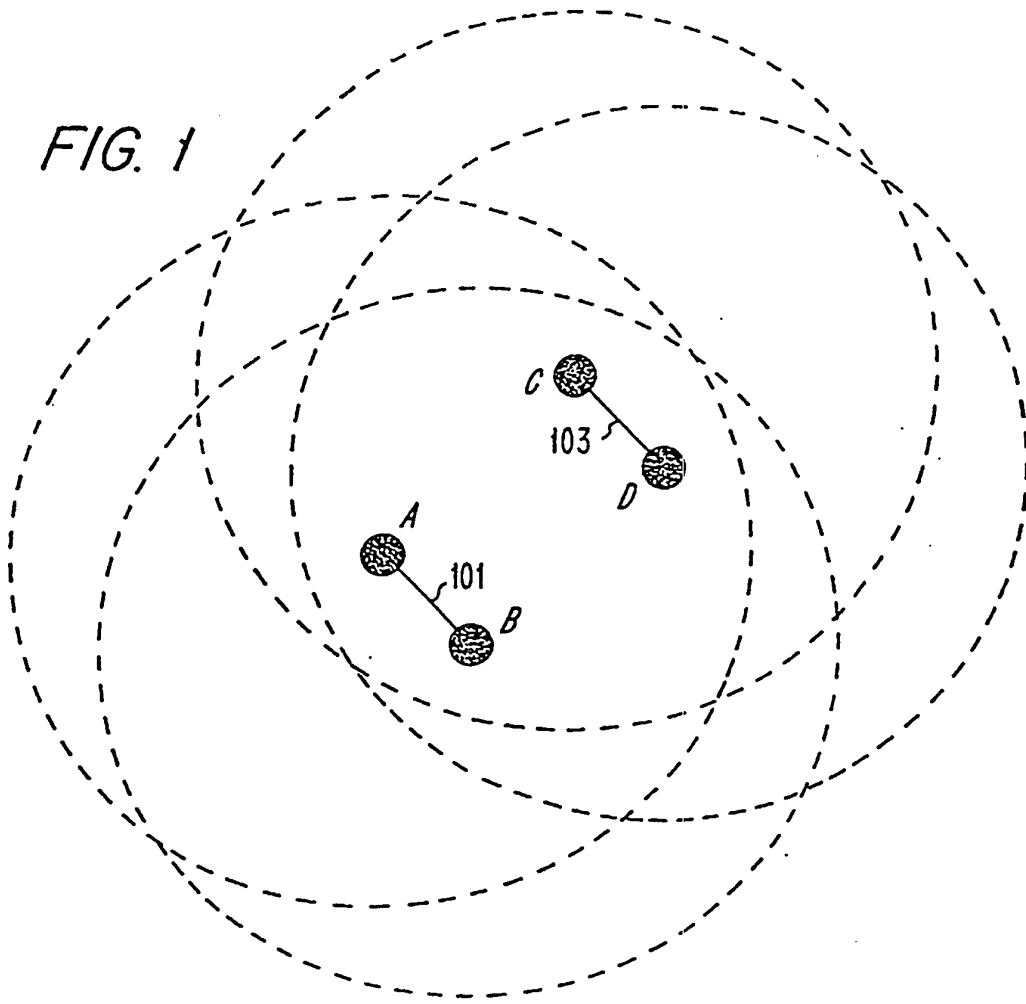


FIG. 2

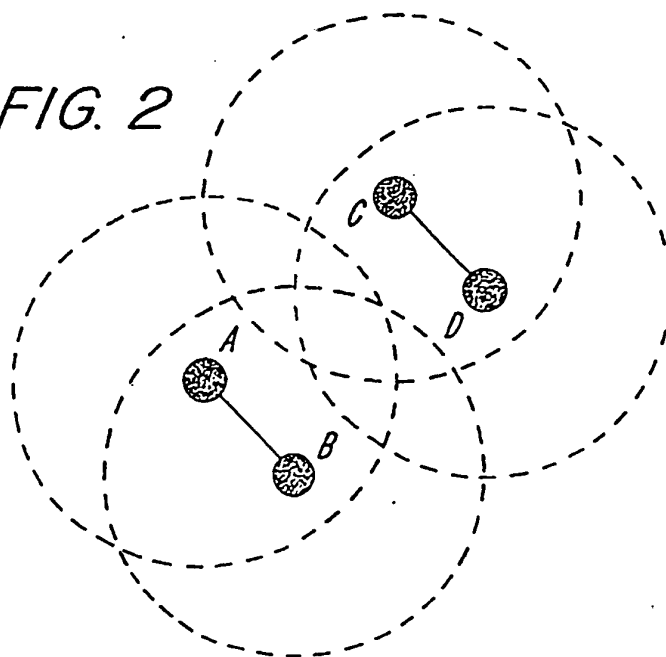


FIG. 3

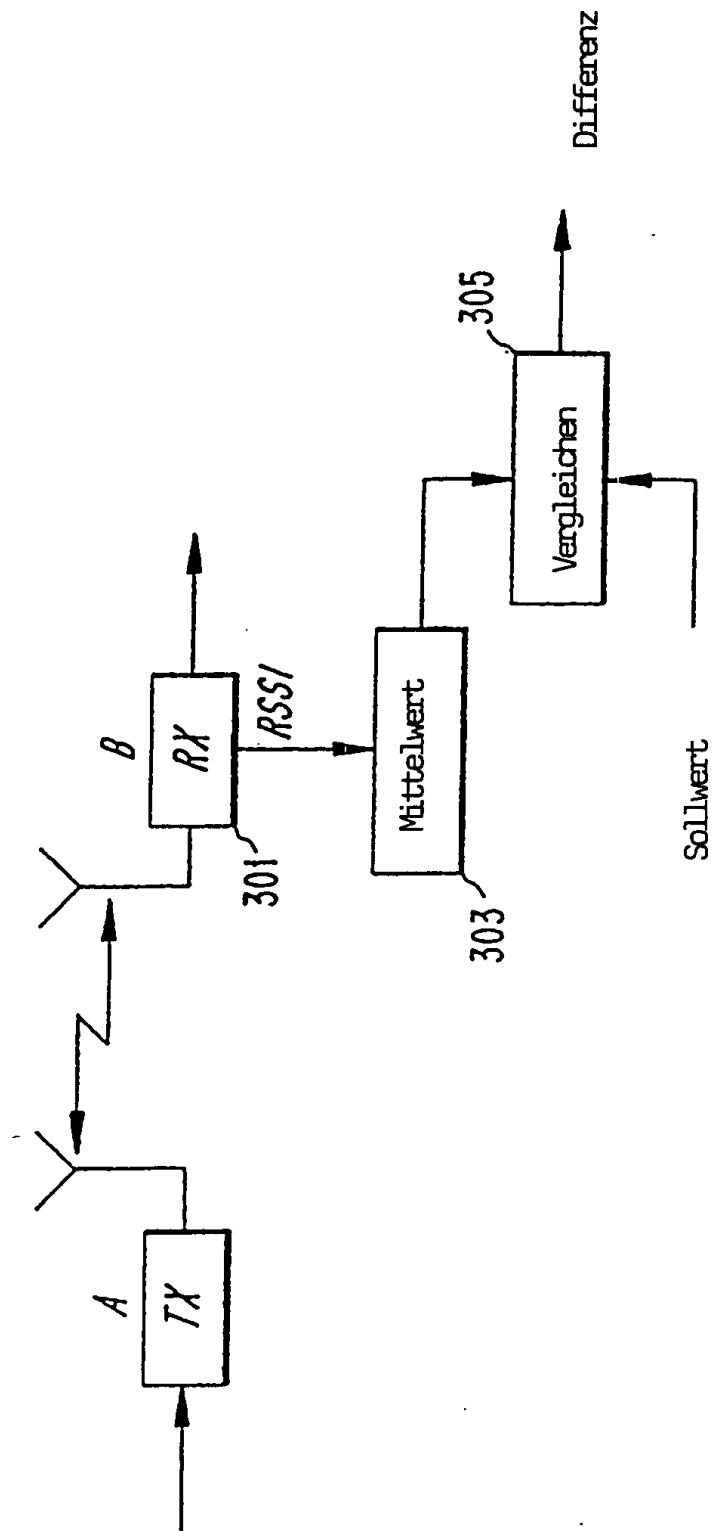


FIG. 4

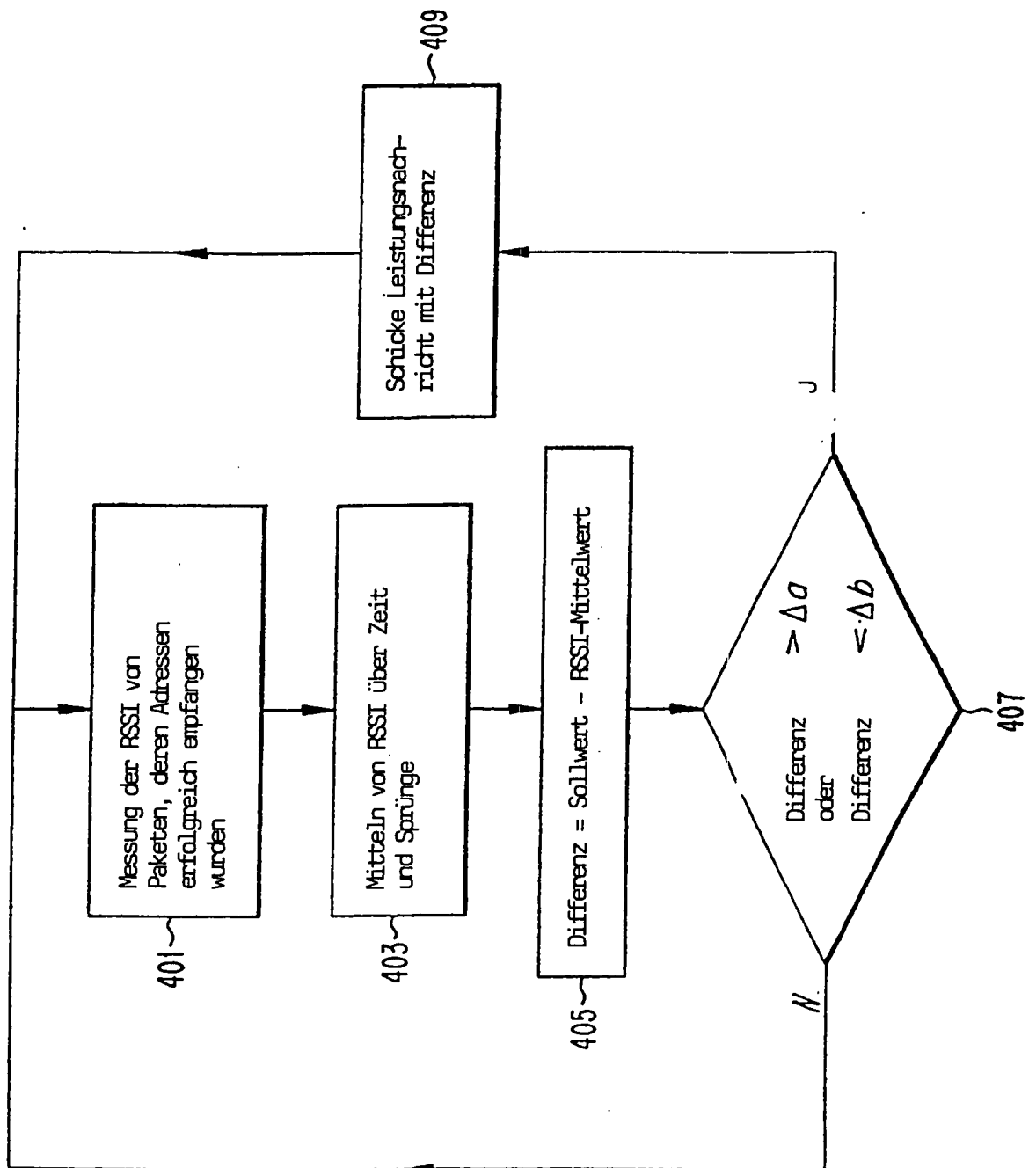


FIG. 5

