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

(10) **DE 695 34 971 T2** 2007.01.04

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 728 385 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 34 971.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US95/12411**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 935 176.8**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1996/008882**
(86) PCT-Anmeldetag: **01.09.1995**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **21.03.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.08.1996**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **03.05.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.01.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***H04B 7/185*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
305784 **14.09.1994** **US**

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

(73) Patentinhaber:
Ericsson Inc., Plano, Tex., US

(72) Erfinder:
DENT, W., Paul, Pittsboro, North Carolina, US

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **FREQUENZFEHLERKORREKTUR IN EINEM MOBILEN 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

BEREICH DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System für die bidirektionale Kommunikation mit Mobiltelefonen über eine in Bewegung befindliche Relaisstation wie z.B. einen Umlaufsatelliten. In einem mobilen Satellitenkommunikationssystem hat die Bewegung des Satelliten zur Folge, dass die Funkfrequenz der Sendungen des Satelliten, wie sie von den Mobilstationen wahrgenommen werden, durch Doppler-Effekt verändert werden. Wenn Mobilstationen ihre internen Frequenzstandards auf das wahrgenommene Satellitensignal aufschalten, dann sind sie fehlerhaft und die von den Mobilstationen zurück zum Satelliten gesendeten Frequenzen sind ebenfalls inkorrekt. Ferner werden die Signale von den Mobilstationen zurück zum Satelliten wiederum um die Doppler-Verschiebung verschoben, so dass die Frequenz am Satelliten doppelt fehlerhaft wahrgenommen wird. Spezieller, die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung, mittels derer Mobilstationen ihre Frequenzen unter Verwendung eines Signals korrigieren können, das von der in Bewegung befindlichen Relaisstation empfangen wird, einschließlich einer Korrektur einer durch die Satellitenbewegung verursachten Doppler-Verschiebung.

HINTERGRUND DER OFFENBARUNG

[0002] Da angenommen wird, dass die Bewegung der Relaisstation oder des Satelliten dem Kommunikationsnetzwerk bekannt ist, kann die Hauptnetzwerkstation am Boden im Prinzip die zum Rundsenden des Signals verwendete Frequenz vorkompensieren, so dass sie von einer Mobilstation korrekt wahrgenommen wird. Da jedoch die an einer Mobilstation wahrgenommene Doppler-Verschiebung von der Position der Mobilstation abhängig ist, werden unterschiedliche Vorkompensationen für jedes zu jeder Mobilstation gesendete Signal benötigt. Somit ist die Vorkompensationstechnik keine brauchbare Lösung für Fälle, bei denen alle Mobiltelefone dasselbe Signal empfangen, z.B. der Ruf- oder Funkrufkanal eines satellitengestützten Mobiltelefonsystems.

[0003] Der Stand der Technik enthält Beispiele für das Rundsenden eines Frequenz- oder Zeitstandards von einem in Bewegung befindlichen Satelliten. Das GPS-(Global Positioning Satellite)-System ist ein Beispiel für ein solches System. Das GPS-System ist, wie sein Name schon sagt, ein Satellitennavigationssystem, dessen Hauptzweck darin besteht es zuzulassen, dass am Boden befindliche Empfänger ihre Position ermitteln. Anhand der bekannten Position und Details der systematischen Bewegung der Satelliten kann die Doppler-Verschiebung an jeder Mobilstation ermittelt werden und die Satellitensignale können entsprechend korrigiert werden, so dass eine Frequenzreferenz erhalten wird. Um die drei räumlichen Koordinaten und den unbekannten Zeit/Frequenz-Parameter zu ermitteln, die zum Ermitteln der Doppler-Verschiebung benötigt werden, muss der Empfänger Signale von vier Satelliten gleichzeitig empfangen können. Das GPS-System ist kein Kommunikationssystem und die Navigationsempfänger haben keine assoziierten Sender, die Signale zu den Satelliten senden. Darüber hinaus versuchen GPS-Empfänger normalerweise nicht, eine Positions- oder Frequenzreferenz auf der Basis des Horchens auf Signale von einem einzelnen Satelliten zu bestimmen.

[0004] Das Dokument EP-A-0601233 offenbart eine satellitengestützte Kommunikationsinfrastruktur für Subscriber-Einheiten, die intelligentes Positionsrasten beinhaltet.

[0005] Der Stand der Technik enthält Beispiele für Referenzoszillatoren auf der Basis des Speicherns einer früheren Korrektur in einem Temperatur-Lookup-Tabellenspeicher. Neue Frequenzfehler, die danach bei einer zuvor aufgetretenen Temperatur ermittelt werden, werden mit dem früheren Wert bei dieser Temperatur gemittelt, um den Inhalt der Lookup-Tabelle zu aktualisieren. Ein solches System wurde in tragbaren Zellulartelefonen von Ericsson-GE in Lynchburg, Va. seit 1991 und in Lund, Schweden, seit 1987 hergestellt. Es ist somit unter Anwendung eines Verfahrens des Standes der Technik möglich, eine gute Schätzung der benötigten Frequenzkorrekturen durch Messen der Temperatur und Verwenden des akuellen Durchschnitts von bei derselben Temperatur vorgenommenen früheren Korrekturen zu erzielen, sogar bevor eine neue Frequenzfehlerermittlung abgeschlossen ist. Das Verfahren des Standes der Technik beinhaltet jedoch keine Doppler-Korrektur vor dem Aktualisieren des TCXO-Speichers.

[0006] Die EP-A-0 596 777 betrifft eine Vorrichtung zum Vorkompensieren einer Senderfrequenz von einem Satelliten gemäß der Position des Bodenempfängers, so dass der Bodenempfänger eine gewünschte Frequenz nach der Doppler-Verschiebung auf der Downlink empfängt. Die Vorrichtung beinhaltet Mittel zum Abstimmen der Empfangerfrequenz, so dass sie gleich der Summe der gesendeten Frequenz plus einer Mittelfrequenzcharakteristik ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER OFFENBARUNG

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, es Mobilstationen zu ermöglichen, ihre Position grob durch Horchen auf einen Funkrufkanal eines Satelliten zu ermitteln, um dann die ungefähre Doppler-Verschiebung des empfangenen Signals anhand von Daten zu ermitteln, die die vom Satelliten auf dem rufenden Kanal rundgesendete Satellitenbewe-

gung beschreibt. Die Doppler-Verschiebung wird dann beseitigt, bevor die Mobilstationen ihre Referenzoszillationen korrigieren. Ferner wird auch die ermittelte, berechnete Doppler-Verschiebung beim Ermitteln eines Frequenzversatzes relativ zum Referenzoszillator verwendet, der beim Erzeugen eines gesendeten Signals von der Mobilstation angewendet wird, so dass er am Satelliten mit der richtigen und gewünschten Frequenz ankommt.

[0008] Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält die Mobilstation eine Mehrzahl von Elementen, die für eine Kommunikation über eine sich bewegende Relaisstation kombiniert wird. Zunächst beinhaltet die Mobilstation einen Empfänger zum Empfangen von wenigstens einem von der Relaisstation rundgesendeten Funkrufkanalsignal, und Decodierungsmittel zum Decodieren der Informationen in dem Funkrufkanalsignal. Anhand der decodierten Informationen kann die Mobilstation eine Schätzung ihrer Position innerhalb des Kommunikationssystems ermitteln. Die Mobilstation hat auch Mittel zum Ermitteln eines Frequenzfehlers und einer Doppler-Verschiebung anhand der decodierten Informationen und der Positionsschätzung. Ein Frequenzkorrekturmittel ermittelt ein Frequenzregelsignal anhand des ermittelten Frequenzfehlers und der Doppler-Verschiebung. Ein gesteuerter Referenzoszillator verwendet dann das Frequenzkorrektursignal als Regelungseingangssignal. Schließlich enthält die Mobilstation ein Sendermittel zum Senden eines Signals unter Verwendung des spannungsgeregelten Oszillators als Referenz.

[0009] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung enthält die Mobilstation eine Mehrzahl von Elementen, die sich für die Kommunikation über eine sich bewegende Relaisstation kombinieren. Zunächst beinhaltet die Mobilstation einen Empfänger zum Empfangen eines Funkrufkanalsignals, das durch die Relaisstation rundgesendet wird, und Demodulations- und Decodierungsmittel zum Decodieren der Informationen in dem Funkrufkanalsignal. Mit Hilfe der decodierten Informationen kann die Mobilstation dann eine Positionsschätzung ihrer Position innerhalb des Kommunikationssystems ermitteln. Die Mobilstation hat auch Mittel zum Ermitteln eines Frequenzfehlers und einer Doppler-Verschiebung mit Hilfe der decodierten Informationen und der Positionsschätzung. Die Mobilstation beinhaltet auch einen Temperatursensor, um grobe Temperaturmessungen durchzuführen, und ein Speichermittel zum Speichern gemittelter Frequenzregelungssignalwerte für jede aus einer Reihe von Temperaturen. Ein Frequenzkorrekturmittel ermittelt ein Frequenzregelungssignal auf der Basis des ermittelten Frequenzfehlers und einer Doppler-Verschiebung oder auf der Basis der gespeicherten Werte und der groben Temperaturmessung. Ein Mittelungsmittel mittelt die gespeicherten Durchschnittswerte mit den Frequenzkorrektursignalwerten und speichert die Durchschnittswerte im Speicher in Positionen, die durch die Temperaturmessungen bestimmt werden. Ein gesteuerter Kristalloszillator hat einen Steuereingang für das Frequenzkorrektursignal. Schließlich enthält die Mobilstation einen Sender zum Senden eines Signals unter Verwendung des gesteuerten Oszillators als Referenz.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Diese und andere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden für die durchschnittliche Fachperson anhand der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen offensichtlich.

[0011] Dabei zeigt:

[0012] Fig. 1 ein allgemeines Satellitenkommunikationssystem;

[0013] Fig. 2 eine Mobilstation gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung;

[0014] Fig. 3 eine Mobilstation gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung; und

[0015] Fig. 4 eine Ablauftabelle einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER OFFENBARUNG

[0016] Fig. 1 illustriert ein Blockdiagramm eines Satellitenkommunikationssystems. Ein Umlaufsatellit **110** ist mit wenigstens einer Bodenstation oder Hubstation **100** sowie mit mehreren Mobilstationen **120** in Kommunikation. Der Satellit enthält eine Mehrbündelantenne. Die Mobilstationen werden jeweils von einem geeigneten Antennenpunktstrahl von der Mehrbündelantenne versorgt. Die Hubstation **100** kommuniziert mit dem Satelliten beispielsweise über C-Band- oder Ka-Band-Frequenzen, während der Satellit mit den Mobilstationen beispielsweise mittels L-Band-Frequenzen in der Uplink-Richtung und mit S-Band-Frequenzen in der Downlink-Richtung kommuniziert. In den meisten Fällen erfolgen die meisten Anrufe zwischen Mobilstationen und gewöhnlichen Telefonen, die an das öffentliche Telefonnetz (PSTN) **130** angeschlossen sind. Die Hubstation **100** nimmt Anrufe vom PSTN **130** an und leitet sie über den Satelliten **110** an die Mobilstationen **120** weiter und nimmt umgekehrt Anrufe von den vom Satelliten **110** weitergeleiteten Mobilstationen **120** an und schaltet die Anrufe auf das PSTN **430**. Ein geringer Anteil der Anrufe können Anrufe von Mobilstation zu Mobilstation sein, wobei die Hubstation **100** die Mobilstationen direkt miteinander verbindet, ohne unbedingt das PSTN zu beteiligen. In einigen Systemen kommunizieren zwei oder mehrere Hubstations, die sich in

verschiedenen Teilen der Welt befinden, mit demselben Satelliten. In diesem Fall können Mobil-zu-Mobil-Anrufe Hubstation-zu-Hubstation-Verbindungen involvieren, die über internationale Bündelleitungen erfolgen, die Teil des PSTN-Systems sein können. Alternativ können die Satellit-Hubstation-Verbindungen Kapazität für Hubstation-zu-Hubstation-Kommunikation über den Satelliten für solche Fälle abstellen, so dass drahtgebundene Telefonleitungstarife vermieden werden.

[0017] In jedem Antennenbündel hat eines der weitergeleiteten Signale die Funktion eines Rufkanals (Funkrufkanals) und eines Rundsendekanals. Dieser Kanal führt Systeminformationen, die von den Mobilstationen in diesem Bündel benötigt werden (die Rundsendeinformationen, z.B. die Bündel-ID, Satellitenbewegungsinformationen usw.) sowie Informationen, die an individuelle Mobilstationen (vom Netzwerk stammende Anrufe oder Funkrufe) adressiert sind. Da jeder Rufkanal für den Empfang nur durch Mobilstationen in ihrem Bündel gedacht sind, kann die Doppler-Verschiebung im Prinzip grob für das Mittel korrigiert werden, das von allen Mobilstationen in dem Bündel wahrgenommen wird. Zum Beispiel kann die Doppler-Verschiebung in der Mitte des Bündels auf null gebracht werden. Ein Beispiel für Bodenstation- und Satellitenarchitekturen, die zum Ausführen der Erfindung geeignet sind, befindet sich in der US-Patentanmeldung Nr. 08/179,953 mit dem Titel „A Cellular/Satellite Communications System With Improved Frequency Reuse".

[0018] In Satelliten mit niedriger Umlaufbahn variiert die Doppler-Verschiebung von Ort zu Ort auf der Erde und die Doppler-Verschiebung an den Rändern des Bündels unterscheidet sich von der Doppler-Verschiebung in der Mitte des Bündels. Demzufolge ist die Doppler-Verschiebung an den Rändern der Zelle selbst dann ungleich null, wenn die Doppler-Verschiebung in der Mitte der Zelle auf null vorkompensiert wurde. Die maximalen Zellenrand-Doppler-Fehler treten in diesem Fall dann auf, wenn sich der Satellit am nächsten über Kopf befindet und die Änderungsrate der Doppler-Verschiebung mit der Position am größten ist. Daher benötigt eine Mobilstation, um eine Doppler-Verschiebung genauer korrigieren zu können, Kenntnis über ihre Position innerhalb der/des aktuellen Zelle oder Bündels. Diese Positionsinformationen sollen, im Gegensatz zu GPS, durch Horchen auf einen einzelnen Satelliten erhalten werden können.

[0019] Fig. 2 zeigt eine Mobilstation gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung. Die Mobilstation **200** enthält einen Empfänger **202** und einen Sender **216**, die zum Kommunizieren mit einer Hubstation über eine sich bewegende Relaisstation verwendet werden können. Wie oben angegeben, sendet die Relaisstation oder der Satellit ein Funkrufkanalsignal in jedem Antennenbündel rund. Wenn der Empfänger **202** ein Funkrufkanalsignal vom Satelliten empfängt, dann wird das empfangene Signal auf bekannte Weise in einem Demodulator **204** demoduliert. Das demodulierte Signal wird dann in einem Decoder **206** decodiert, um die in dem empfangenen Signal enthaltenen Informationen zu extrahieren. Unter Verwendung der decodierten Informationen kann die Mobilstation dann eine grobe Schätzung ihrer Position innerhalb des Antennenbündels oder der Zelle ermitteln.

[0020] Eine solche Methode, mit der die Mobilstation ihre Position ermitteln kann, ist die so genannte TRANSIT-Satellitennavigationslösung. TRANSIT-Satellitenempfänger ermitteln die Doppler-Verschiebung mehrere Male während der Überkopfpassage des Satelliten. Bei mehreren Abtastungen auf der Kurve der Doppler-Verschiebung im Laufe der Zeit, plus Informationen, die vom Satelliten auf seiner Umlaufbahn rundgesendet werden, kann eine Mobilstation ihre Position mit einer Genauigkeit von wenigen hundert Metern berechnen. Dieser Vorgang erfordert gewöhnlich eine Zeitperiode, die im aktuellen Kontext als zu lang angesehen würde, in dem eine Mobilstation in der Lage sein soll, Anrufe innerhalb weniger Sekunden nach dem Einschalten zu tätigen oder zu empfangen. Die TRANSIT-Methode bietet jedoch eine weitaus höhere Genauigkeit, als dies für Satellitenkommunikationen erforderlich ist. Typischerweise können Punktstrahlendurchmesser am Boden in einem Satellitensystem mehrere hundert Kilometer groß sein, und die Differential-Doppler-Verschiebung nach der Vorkompensation über eine solche Zelle kann +/– 2 KHz betragen. Somit ermöglicht die Kenntnis der Position einer Mobilstation innerhalb einer Zelle mit einer Genauigkeit von wenigen Kilometern die Ermittlung einer unkompensierten Doppler-Verschiebung von etwa +/– 20 Hz. Infolgedessen ist es möglich, dass eine Modifikation der TRANSIT-Lösung für die vorliegende Erfindung geeignet ist, und die vorliegende Erfindung ist nicht auf eine bestimmte Modifikation begrenzt. Eine bevorzugte Methode wird jedoch in der US-Patentanmeldung Nr. 08/179,958 mit dem Titel „Position Registration For Cellular Satellite Communication Systems" und in der US-Patentanmeldung Nr. 08/179,953 mit dem Titel „A Cellular/Satellite Communication System With Improved Frequency Reuse" offenbart.

[0021] Ein hierin offenbartes System umfasst die Strahlung einer großen Zahl von weitgehend überlappenden Bündeln mit allmählich gestaffelter Überlappung von dem Satelliten. Jedes überlappende Bündel wird für einen bestimmten Kommunikationskanal verwendet. In der vorliegenden Erfindung bedeutet der Begriff „Kanal" entweder eine Frequenz (in einem FDMA-System), ein Zeitfenster (in einem TDMA-System) oder einen Streucode (in einem CDMA-System) oder eine Kombination davon in Hybrid-

modulationssystemen. Das Bündel von Kanal 1 hat beispielsweise 90% Überlappung mit dem Bündel von Kanal 2, 80% Überlappung mit dem Bündel von Kanal 3, 70% Überlappung mit dem Bündel von Kanal 4 usw., bis zu null Überlappung mit dem Bündel von Kanal 11, das daher dieselbe Frequenz, denselben Zeitschlitz oder denselben Code von Kanal 1 wiederverwenden kann. Das obige Beispiel wurde auf ein eindimensionales Bündelmuster für Illustrationszwecke vereinfacht, und in der Praxis wird ein zweidimensionales Wiederverwendungsmuster mit einer allmählich gestaffelten Überlappung verwendet.

[0022] Eine Mobilstation empfängt am stärksten den Kanal, in dessen zugehörigem Bündel sich die Mobilstation fast zentral befindet. Somit kann durch relative Signalstärkemessungen an den überlappenden Kanälen die Mobilstation eine grobe Positionsschätzung erlangen, die für die Zwecke der vorliegenden Erfindung geeignet ist. Insbesondere kann der Mobilempfänger, wenn das Satellitensignal ein TDMA-Signal ist und die teilweise überlappenden Bündel mit Zeitschlitzen verbunden sind, lediglich auf die einzelne Frequenz des TDMA-Trägers und die Stärke des abgetasteten Signals auf sequentiellen Zeitschlitzen während des Frame horchen. Ferner ermöglicht die Wiederholung des Frame die Mittelung von Messungen über mehrere Frames, um die Genauigkeit zu verbessern.

[0023] Nach dem Ermitteln der Position der Mobilstation verwendet ein Frequenzfehlerdetektor **210** die ermittelte Position sowie die Informationen, die vom Satelliten rundgesendet werden und die die systematische Bewegung des Satelliten beschreiben, zum Ermitteln eines Frequenzfehlers und einer Doppler-Verschiebung des empfangenen Signals. Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann der Satellit seine Sendefrequenz vorkompensieren, so dass der Fehler aufgrund einer Doppler-Verschiebung in der Mitte der Zelle oder des Bündels gelöscht wird. Der Fehler befindet sich in einer Position von ungleich null mittenversetzt in einer Richtung in der Ebene, die die Sichtlinie und den Umlaufgeschwindigkeitsvektor enthält. Der Satellit kann die Größe der Frequenzänderungsrate entlang einer Ost-West-Linie und einer Nord-Süd-Linie von der Zellenmitte rundsenden. Da die Mobilstation ihre Position in Bezug auf die Zellenmitte ermittelt, kann sie die Größe der unkompensierten Doppler-Verschiebung am Ort der Mobilstation berechnen und die Größe der Doppler-Verschiebung von einer vom Empfänger der Mobilstation vorgenommenen Absolutfrequenzmessung subtrahieren. Wenn beispielsweise in Bündel 1 der Satellit die Information rundsendet, dass sich die Frequenz um +7 Hz/km entlang der Ost-West-Linie und um –3 Hz/km entlang der Nord-Süd-Linie von der Mitte ändert, und die Mobilstation ermittelt, dass sie sich 100 km westlich und 200 km südlich von der Zellenmitte befindet, dann beträgt der Frequenzfehler (7 × 100) – (3 × 200) = 100 Hz.

[0024] Alternativ wird, wenn der Satellit rundsendet, dass sich der Frequenzfehler mit 10 Hz/km von der Zellenmitte entlang der Linie Nord 40 West ändert und die Mobilstation ermittelt, dass sie sich 100 km Nord 30 Ost von der Zellenmitte befindet, dann wird der Frequenzfehler mit (10 Hz) × (cos(70)) geschätzt.

[0025] Die obigen Methoden sind lediglich illustrativ. Im Allgemeinen könnte der Satellit nicht nur Doppler-Schätzungsparameter für jedes Bündel, sondern auch die Formel zum Anwenden der Parameter rundsenden. Solche Methoden werden als in den Umfang der vorliegenden Erfindung fallend angesehen. Das Frequenzkorrekturmittel **212** verwendet dann das Fehlersignal zum Berechnen eines Frequenzkorrektursignals, um die wahrgenommene Satellitensignalfrequenz für die unkompensierte Doppler-Verschiebung zu korrigieren. Das Frequenzkorrektursignal wird dann von einem spannungsgesteuerten Oszillator **214** benutzt, um das an den Sender **216** angelegte Referenzsignal für die Rücksendung zum Satelliten zu korrigieren, wenn die Mobilstation einen Ruf einleitet oder beantwortet.

[0026] Es ist fakultativ, ob die Mobilstation eine weitere Doppler-Verschiebungsvorkompensation auf ihre Übertragung anwendet, so dass sie korrekt am Satelliten ankommt. Ob dies notwendig ist, hängt vom Kanalabstand zwischen unterschiedlichen Mobilsignalen ab. Wenn der Frequenzabstand gering und die Doppler-Verschiebung ein erheblicher Bruchteil ist, dann wäre eine Vorkompensation auf der Rückkehrlink (Uplink) angemessen. In diesem Fall kann jede vom Satelliten erfahrene Rest-Doppler-Verschiebung auf Fehler in Ermittlungen der Position der Mobilstation zurückzuführen sein, die durch Fehler in der vom Satelliten rundgesendeten Information verursacht werden. Durch Mitteln von Restfehlern über viele unabhängige Mobilstationssignale kann der Satellit die Rundsendeinformationen korrigieren, um systematische Fehler zu beseitigen und damit das System selbstkalibrierend wird. Zu diesem Zweck meldet die Mobilstation positionsbezogene Informationen bei Anrufen und verwendet geeigneterweise für diesen Zweck den SACCH-(Slow Associated Control Channel)-Kanal in der Uplink-Richtung. Die SACCH-Informationen werden mit Verkehrs-(z.B. Sprach-) Informationen in Übertragungen von Mobilstation zu Satelliten multiplexiert.

[0027] Andererseits ist es, wenn die Uplink-Übertragungen Breitbandsignale im Vergleich zu Uplink-Doppler-Verschiebungen sind, nicht wesentlich, die Uplink-Doppler-Verschiebungen vorzukompensieren. In diesem Fall leitet der Satellit die Signale zur Netzwerkstation am Boden weiter, die die Uplink-Doppler-Verschiebung für jede Mobilstation

während der Demodulation ihrer weitergeleiteten Signale ermittelt. Der Wert der Uplink-Doppler-Verschiebung im Vergleich zum erwarteten Wert in der Zellenmitte ergibt eine Anzeige für eine Abweichung der Mobilstation von der Zellenmitte, die eventuelle zusätzliche Positionshinweise wie z.B. Signalstärkemessungen ergänzt. Solche Informationen können beim Ermitteln einer optimalen Kanalzuweisung für die Verwendung beim Kommunizieren mit jeder Mobilstation verwendet werden.

[0028] Eine weitere Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 3 illustriert, in der die in Fig. 2 illustrierte Mobilstation auch die Temperatur messen kann, wenn ein Funkrufsignal empfangen wird. Die Mobilstation **300** beinhaltet einen Empfänger **302**, einen Demodulator **304**, einen Decoder **306**, einen Positionsdetektor **308** und einen Frequenzfehlerdetektor **310**, die alle auf eine ähnliche Weise wie die in Fig. 2 beschriebenen Elemente funktionieren. In dieser Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann das Frequenzkorrekturmittel **312** ein Frequenzkorrektursignal mit mehreren Methoden ermitteln. In der ersten Methode kann das Frequenzkorrekturmittel **312** das vom Frequenzfehlerdetektor **310** erzeugte Fehlersignal zum Ermitteln des Frequenzkorrektursignals verwenden, wie oben mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben wurde. Alternativ kann das Frequenzkorrekturmittel **312** im Speicher **322** gespeicherte Frequenzregelwerte zum Ermitteln des Frequenzkorrektursignals benutzen. Wenn die Mobilstation **300** ein Funkrufsignal empfängt, dann misst der Temperatursensor **314** die Temperatur in der Nähe des Referenzoszillators der Mobilstation. Das Frequenzkorrekturmittel **312** wählt dann einen Frequenzregelsignalwert aus dem Speicher **312** auf der Basis der vom Temperatursensor **314** gemessenen Temperatur. Ferner kann die Mobilstation **300** ein Mittelungsmittel **320** zum Mitteln der gespeicherten Frequenzregelsignalwerte mit dem erzeugten Frequenzkorrektursignal enthalten. Der gemittelte Wert kann dann im Speicher **322** in der anhand der gemessenen Temperatur bestimmten korrekten Position gespeichert werden. Das vom Frequenzkorrekturmittel **312** ausgegebene Frequenzkorrektursignal wird zum Einstellen der Frequenz des vom gesteuerten Referenzoszillator **316** erzeugten Referenzsignals verwendet, das an den Sender **318** angelegt wird.

[0029] Eine weitere Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung stellt ein Verfahren bereit, mit dem eine Mobilstation ihre Frequenz unter Verwendung eines von einem Satelliten empfangenen Signals korrigieren kann. Wie in Fig. 4 illustriert, wird das empfangene Signal, nachdem es von der Mobilstation im Funkrufkanal in Schritt **400** empfangen wurde, in den Schritten **402** und **404** jeweils demoduliert bzw. decodiert. Die Mobilstation verwendet dann die decodierten Informationen zum Ermitteln einer groben Schätzung ihrer Position innerhalb eines Bündels in Schritt **406**. Nachdem die Mobilstation ihre Position ermittelt hat, können ein Frequenzfehler und eine Doppler-Verschiebung in Schritt **408** berechnet werden. Unter Verwendung des ermittelten Frequenzfehlers und der ermittelten Doppler-Verschiebung berechnet die Mobilstation in Schritt **410** ein Frequenzkorrektursignal. Schließlich kann die Mobilstation das Frequenzkorrektursignal zum Einstellen des von einem gesteuerten Referenzoszillator, wie z.B. einem spannungsgesteuerten Oszillator, erzeugten Referenzsignals verwenden, das dann an den Sender der Mobilstation angelegt wird. Zusätzlich können die Doppler-Verschiebung und die Referenzfrequenz bei Bedarf zum Erzeugen eines vorkompensierten Sendesignals in Schritt **414** verwendet werden. Schließlich kann der Vorgang entweder zum Aktualisieren im Standby-Zustand in Schritt **416** oder zum kontinuierlichen Aktualisieren bei laufendem Verkehr in Schritt **418** gehen.

[0030] Die oben offenbarte Erfindung ermöglicht es, ohne den Einbau einer kostspieligen und äußerst genauen Referenzfrequenzquelle in Mobiltelefone auszukommen, und erlaubt die Ermittlung der Referenzfrequenz durch Horchen auf den Ruf-/Funkrufkanal. Die Doppler-Verschiebung auf dem Funkrufkanalsignal wird mittels einer groben Positionsschätzung korrigiert, um die Frequenzreferenz zu erhalten, die dann zum Ermitteln einer genauen Sendefrequenz von der Mobilstation verwendet wird.

[0031] Die durchschnittliche Fachperson wird verstehen, dass die vorliegende Erfindung auch in anderen speziellen Formen ausgestaltet werden kann. Die derzeit offenbarten Ausgestaltungen werden daher in jeder Hinsicht als illustrativ und nicht einschränkend angesehen. Der Umfang der Erfindung ist an den beiliegenden Ansprüchen und nicht an der vorangegangenen Beschreibung zu messen und alle Änderungen, die in den Rahmen der Bedeutung und des Umfangs von Äquivalenten davon fallen, sollen hierin als abgedeckt angesehen werden.

Patentansprüche

1. Mobilstation (**120**) für die Verwendung in einem Satellitenkommunikationssystem (**100**, **110**) mit wenigstens einer sich bewegenden Relaisstation (**110**), die Folgendes umfasst: einen Empfänger (**202**, **302**) zum Empfangen von wenigstens einem von der Relaisstation rundgesendeten Funkrufkanalsignal, Mittel (**204**, **304**) zum Demodulieren des Funkrufkanalsignals, Mittel (**206**, **306**) zum Decodieren des demodulierten Signals, einen gesteuerten Oszillator (**214**, **316**) mit einem Steuereingang für ein Frequenzkorrektursignal, und einen Sender (**216**, **318**) zum Erzeugen eines Sendesignals unter Verwendung des gesteuerten Oszillators als Referenz, gekennzeichnet durch Mittel (**208**, **308**) zum Ermitteln einer Positionsschätzung der Mobilstation von dem

decodierten Signal, Mittel (**210**, **310**) zum Ermitteln eines Frequenzfehlers und einer Dopplerverschiebung unter Verwendung des decodierten Signals und der Positionsschätzung, sowie Frequenzkorrekturmittel (**212**, **312**) zum Ermitteln eines Frequenzkorrektursignals auf der Basis des/der ermittelten Frequenzfehlers und Dopplerverschiebung.

2. Mobilstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die sich bewegende Relaisstation (**110**) ein Satellit in Umlaufbahn ist.

3. Mobilstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsschätzung innerhalb von mehreren Kilometern von einer tatsächlichen Position der Mobilstation liegt.

4. Mobilstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkrufsignal Informationen über die Bewegung der Relaisstation enthält.

5. Mobilstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender (**216**, **318**) ein Sendesignal unter Verwendung des gesteuerten Oszillators und der ermittelten Dopplerverschiebung erzeugt, so dass die Relaisstation das Sendesignal mit Dopplerverschiebung kompensiert erhält.

6. Mobilstation (**120**) für die Verwendung in einem Satellitenkommunikationssystem (**100**, **110**) mit wenigstens einer sich bewegenden Relaisstation (**110**), die Folgendes umfasst: einen Empfänger (**302**) zum Empfangen von wenigstens einem von der Relaisstation rundgesendeten Funkrufkanalsignal, Mittel (**304**) zum Demodulieren des Funkrufkanalsignals, Mittel (**306**) zum Decodieren des demodulierten Signals, Mittel (**308**) zum Ermitteln einer Positionsschätzung der Mobilstation von dem decodieren Signal, Mittel (**310**) zum Ermitteln eines Frequenzfehlers und einer Dopplerverschiebung unter Verwendung des decodierten Signals und der Positionsschätzung, einen Temperatursensor (**314**) zum Durchführen einer Temperaturmessung, Speichermittel (**322**) zum Speichern von Durchschnittsfrequenzsteuersignalwerten für jede aus einer Mehrzahl von Temperaturen, Frequenzkorrekturmittel (**312**) zum Ermitteln eines Frequenzkorrektursignals auf der Basis des/der ermittelten Frequenzfehlers und Dopplerverschiebung oder auf der Basis der gespeicherten Werte und der Temperaturmessung, Mittelwertbildungsmittel (**320**) zum Mitteln der gespeicherten Durchschnittswerte mit den Frequenzkorrektursignalwerten und zum Speichern der Durchschnittswerte im Speicher in durch Temperaturmessungen ermittelten Positionen, einen gesteuerten Oszillator (**316**) mit einem Steuereingang für ein Frequenzkorrektursignal und einen Sender (**318**) zum Erzeugen eines Sendesignals unter Verwendung des gesteuerten Oszillators als Referenz.

7. Mobilstation nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die sich bewegende Relaisstation (**110**) ein Satellit in Umlaufbahn ist.

8. Mobilstation nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsschätzung innerhalb von mehreren Kilometern von einer tatsächlichen Position der Mobilstation liegt.

9. Mobilstation nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkrufsignal Informationen über die Bewegung der Relaisstation enthält.

10. Verfahren zum Korrigieren einer Frequenz einer Mobilstation für die Verwendung in einem Satellitenkommunikationssystem (**100**, **110**) mit wenigstens einer sich bewegenden Relaisstation (**110**), das die folgenden Schritte umfasst: Empfangen von wenigstens einem von der Relaisstation rundgesendeten Funkrufkanalsignal, Demodulieren des Funkrufkanalsignals, Decodieren des demodulierten Signals, Ermitteln einer Positionsschätzung der Mobilstation von dem decodierten Signal, gekennzeichnet durch Ermitteln eines Frequenzfehlers und einer Dopplerverschiebung mit dem decodierten Signal und der Positionsschätzung, Ermitteln eines Frequenzkorrektursignals auf der Basis des/der ermittelten Frequenzfehlers und Dopplerverschiebung und Einstellen eines gesteuerten Oszillators mittels des Frequenzkorrektursignals.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die sich bewegende Relaisstation ein Satellit in Umlaufbahn ist.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsschätzung innerhalb von mehreren Kilometern von einer tatsächlichen Position der Mobilstation liegt.

13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkrufsignal Informationen über die Bewegung der Relaisstation enthält.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

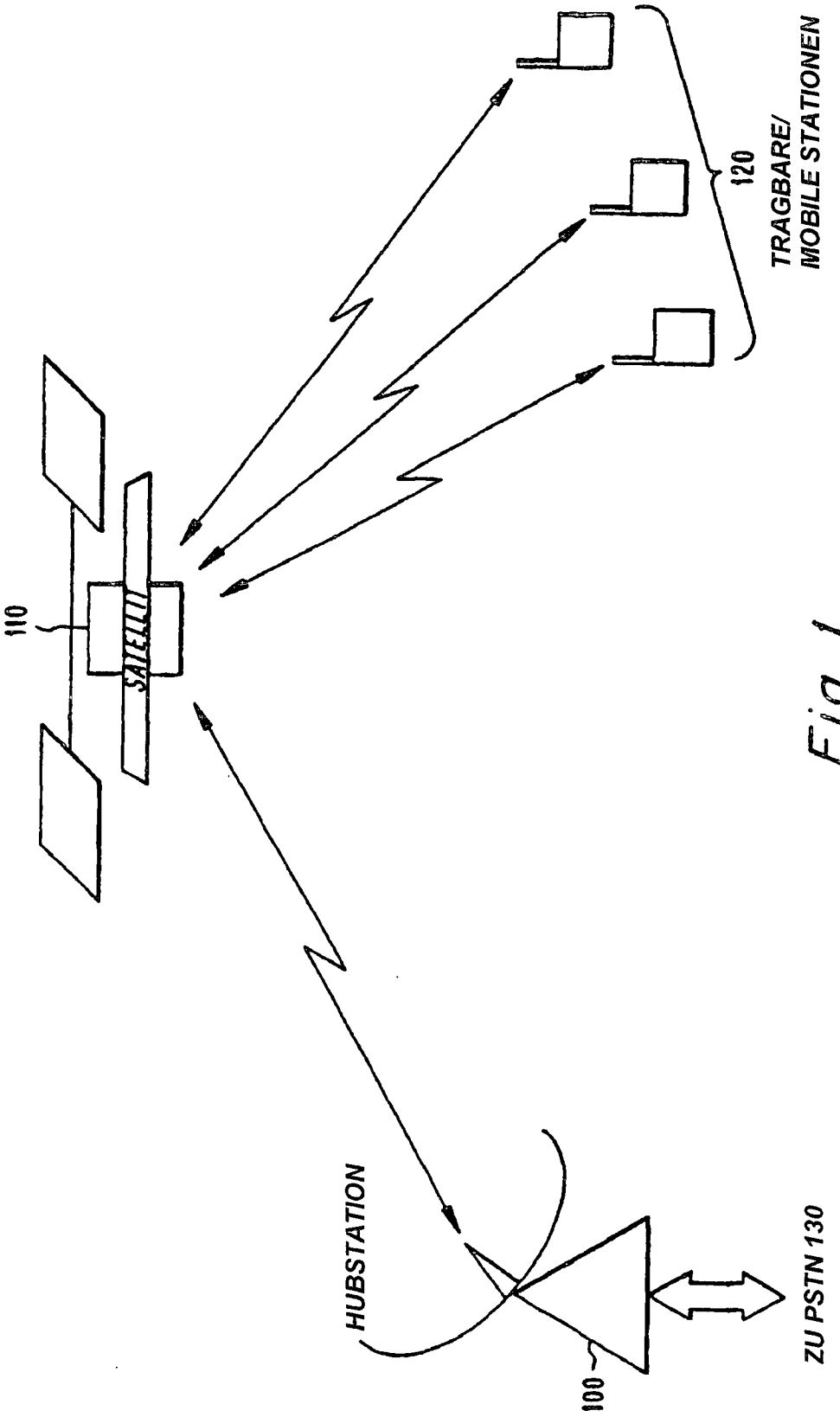


Fig. 1

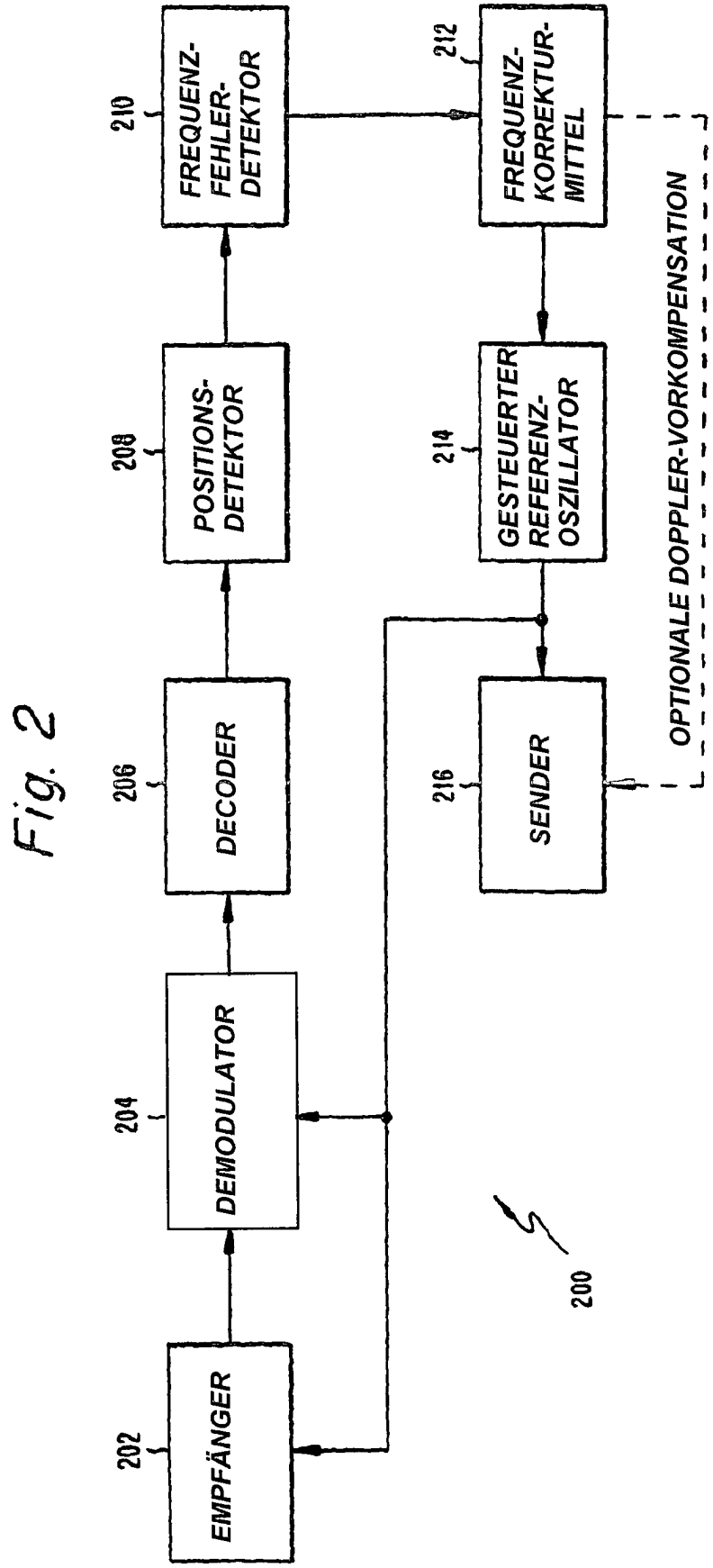

EMPFÄNGER
202
DEMODULATOR
204
DECODER
206
POSITIONS-DETEKTOR
208
FREQUENZ-FEHLER-DETEKTOR
210
FREQUENZ-KORREKTUR-MITTEL
212
GESTEUERTER REFERENZ-OSZILLATOR
214
SENDER
216
OPTIONALE DOPPLER-VORKOMPENSATION
200

Fig. 2

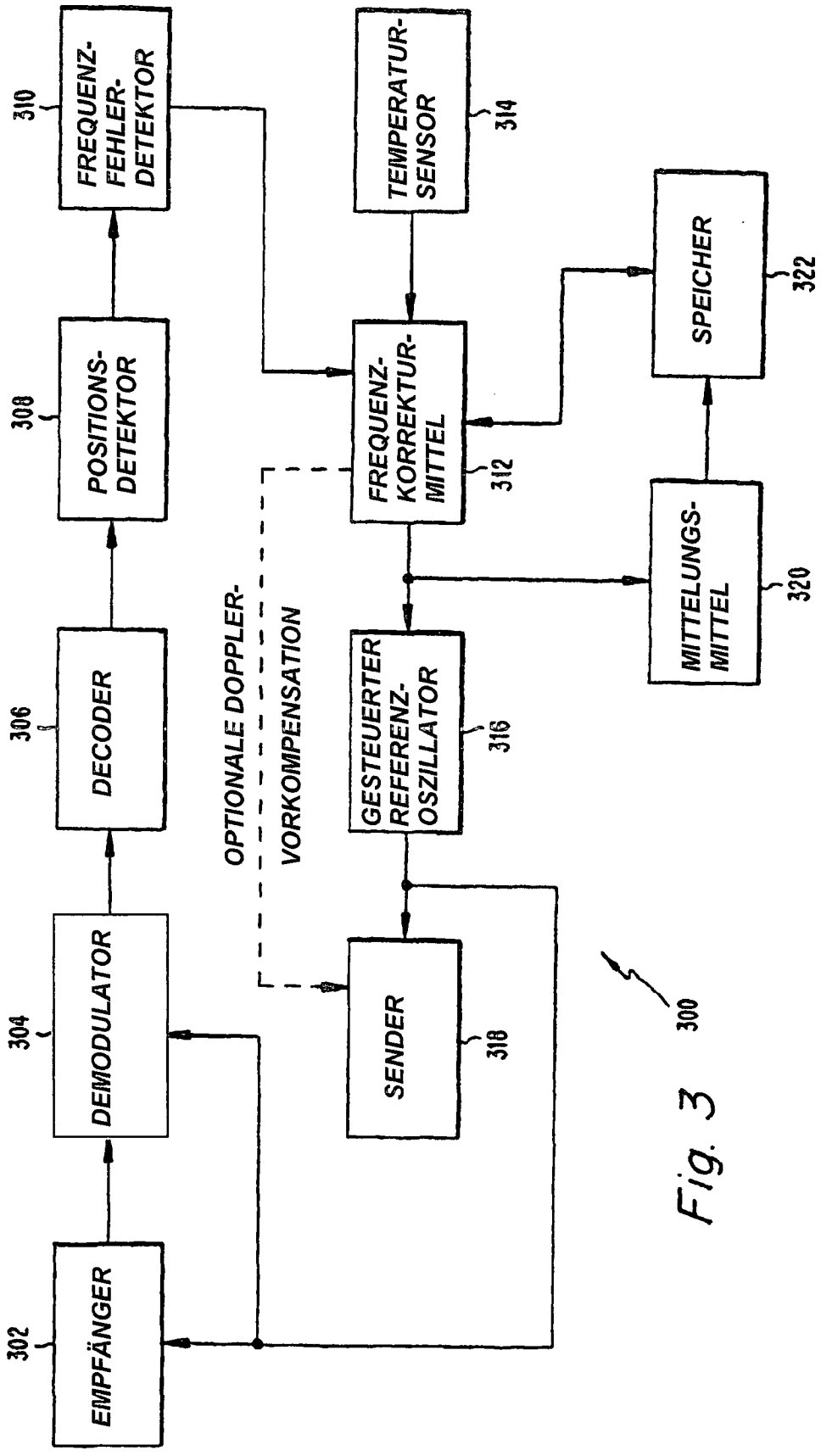
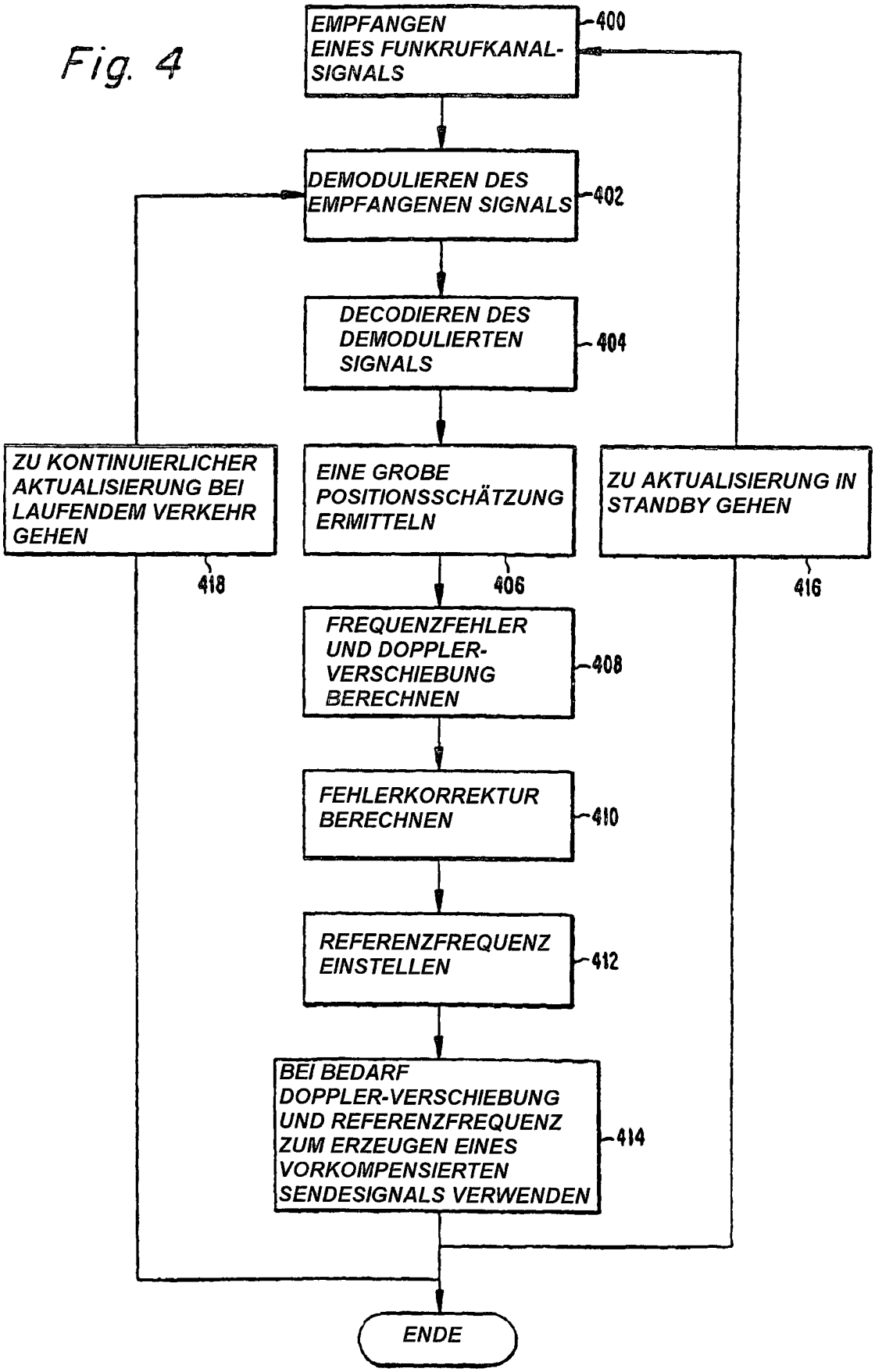

EMPFÄNGER
302
DEMODULATOR
304
DECODER
306
POSITIONS-DETEKTOR
308
FREQUENZ-FEHLER-DETEKTOR
310
FREQUENZ-KORREKTUR-MITTEL
312
TEMPERATUR-SENSOR
314
GESTEUERTER REFERENZ-OSZILLATOR
316
SENDER
318
MITTELUNGS-MITTEL
320
SPEICHER
322
OPTIONALE DOPPLER-VORKOMPENSATION
300

Fig. 3

Fig. 4


EMPFANGEN EINES FUNKRUFKANAL-SIGNALS
400
DEMODULIEREN DES EMPFANGENEN SIGNALS
402
DECODIEREN DES DEMODULIERTEN SIGNALS
404
ZU KONTINUIERLICHER AKTUALISIERUNG BEI LAUFENDEM VERKEHR GEHEN
418
EINE GROBE POSITIONSSCHÄTZUNG ERMITTELN
406
ZU AKTUALISIERUNG IN STANDBY GEHEN
416
FREQUENZFEHLER UND DOPPLER-VERSCHIEBUNG BERECHNEN
408
FEHLERKORREKTUR BERECHNEN
410
REFERENZFREQUENZ EINSTELLEN
412
BEI BEDARF DOPPLER-VERSCHIEBUNG UND REFERENZFREQUENZ ZUM ERZEUGEN EINES VORKOMPENSIERTEN SENDESIGNALS VERWENDEN
414
ENDE