



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 37 872 T2** 2009.02.26

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 142 061 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 37 872.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP00/03272**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 926 883.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/031743**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.04.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **03.05.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.10.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **23.01.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.02.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01Q 3/24 (2006.01)**  
**H01Q 1/24 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**99402664**      **26.10.1999**      **EP**

(73) Patentinhaber:  
**NXP B.V., Eindhoven, NL**

(74) Vertreter:  
**Eisenführ, Speiser & Partner, 10178 Berlin**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:  
**BRUZZONE, Raul, NL-5656 AA Eindhoven, NL**

(54) Bezeichnung: **STEUERUNG EINER VIELFACHGERICHTETEN ANTENNENSTRUKTUR IN EINER MOBILEN STATION ZUR VERWENDUNG IN EINEM FUNKKOMMUNIKATIONSNETZWERK**

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

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Primärfunkstation für die Benutzung in einem Kommunikationssystem mit einer Mehrzahl von Sekundärfunkstationen, wobei die Primärstation eine multidirektionale steuerbare Antennenstruktur aufweist.

**[0002]** Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zum Steuern einer multidirektionalen steuerbaren Antennenstruktur in einer Primärfunkstation, die zum Kommunizieren mit Sekundärstationen eines Funkkommunikationsnetzes gedacht ist.

**[0003]** Die Erfindung bezieht sich schließlich auf ein Funkkommunikationssystem mit einer solchen Primärfunkstation und auf ein Computerprogramm mit einem Computerprogrammcodemittel, um eine solche Primärfunkstation zu veranlassen, ein solches Steuerverfahren durchzuführen.

### Hintergrund der Erfindung

**[0004]** Solche Primärstationen sind zum Beispiel aus der EP-Patentanmeldung 0 752 735 A1 bekannt. Der Vorteil einer Mobilstation mit Raumdiversity sind allgemein bekannt: Diese ergibt reduzierte Gleichkanalinterferenzen und dementsprechend erhöhte Netzwerkkapazität. Sie reduziert auch den Stromverbrauch in Mobilstationen und dementsprechend verlängert sich die Betriebszeit zwischen zwei Batterieaufladungen.

**[0005]** Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Weg vorzuschlagen zum Steuern einer multidirektionalen steuerbaren Antennenstruktur in einer Primärfunkstation, die zum Kommunizieren mit Sekundärstationen eines Funkkommunikationsnetzes gedacht ist.

**[0006]** WO 98/29968 beschreibt ein transportables Satellitentelefon, das einen Strahl in Richtung eines Satelliten richtet und den Strahl adaptiv dem Satelliten nachführt, wenn das Telefon und/oder der Satellit sich im Vergleich zueinander bewegt. Das Telefon wählt einen geeigneten Satelliten auf der Basis von Kriterien wie Satellitenposition und Kosten aus.

**[0007]** WO 99/16221 beschreibt ein mobiles Kommunikationssystem, das an einer Basisstation eine adaptive, in Sektoren eingeteilte Antenne und eine Strahlsteuerung zum Bewegen des Erfassungssektors aufweist, um die externen Interferenzen zu reduzieren.

**[0008]** EP 0812026 beschreibt ein LAN (local area network), in dem jeder Knoten eine Richtantennengruppe aufweist. Ein Knoten stellt eine Antennenrichtungstabelle zum Kommunizieren mit anderen Knoten zusammen.

### Zusammenfassung der Erfindung

**[0009]** Dies wird erreicht mit einer Primärfunkstation nach den Ansprüchen 1 bis 4, mit einem Verfahren zum Steuern einer multidirektionalen steuerbaren Antenne nach den Ansprüchen 5 bis 8 und mit einem Computerprogramm nach den Ansprüchen 10 und 11. Gemäß der Erfindung werden die Sekundärstationen, die aktiv sind (d. h. die Sekundärstationen, die aktiv mit der Primärfunkstation kommunizieren), oder geeignet sind, aktiv zu werden (d. h., die zu jeder Zeit, abhängig von der Position der Primärfunkstation in dem Netzwerk, aktiv werden können), durch die Primärfunkstation bestimmt. Die Richtungen der von diesen aktiven und alternativen Sekundärstationen empfangenen Signale werden berechnet und gespeichert. In dieser Weise kann die Primärstation die Antennenstruktur steuern abhängig von der gespeicherten Richtung für die Sekundärstation, mit der sie gerade kommuniziert.

**[0010]** In einer bevorzugten Ausführung weist die Primärstation Mittel zum Verfolgen der Richtung einer aktiven Sekundärstation mit der steuerbaren Antennenstruktur auf. Diese Ausführung erlaubt es, in Verbindung zu bleiben, auch wenn sich der Benutzer plötzlich bewegt, besonders im Falle einer Drehung.

**[0011]** Wenn die Antennenstruktur eine Mehrzahl von Richtantennen aufweist, besteht ein besonders wirksamer Weg zur Bestimmung von aktiven und alternativen Stationen darin, die sich auf Antennenpaare von Sekundärstationen beziehenden Qualitätsdaten zu ermitteln und eine Auswahl auf der Basis der ermittelten Qualitätsdaten zu treffen. Zum Beispiel werden die Sekundärstationen nur dann ausgewählt, wenn ihre Quali-

tätsdaten oberhalb eines vorbestimmten Schwellwertes liegen. Unter den ausgewählten Sekundärstationen wird z. B. die Sekundärstation mit der höchsten Qualität als aktive Sekundärstation ausgewählt, während die anderen Sekundärstationen als alternative Sekundärstationen ausgewählt werden.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

- [0012] [Fig. 1](#) ist eine Zeichnung eines Funkkommunikationssystems gemäß der Erfindung.
- [0013] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm einer Primärstation gemäß der Erfindung.
- [0014] [Fig. 3](#) ist eine Darstellung der Arbeitsweise einer Primärstation bei der Steuerung ihrer Antennenstruktur.
- [0015] [Fig. 4](#) ist eine Darstellung des Verfolgungsprozesses der Sekundärstation.
- [0016] [Fig. 5](#) ist eine Darstellung einer Tabelle, RANK-Tabelle genannt, die zum Speichern von Daten benutzt wird, die sich auf Sekundärstationen und Antennen beziehen.
- [0017] [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm des Empfangsteils einer Primärstation gemäß der Erfindung.
- [0018] [Fig. 7](#) zeigt die Gravitations- und Magnetfelder in einem auf die Erde bezogenen Koordinatensystem.
- [0019] [Fig. 8](#) ist eine Darstellung eines Konvertierungsverfahrens, das benutzt wird, um einen in einem auf die Primärfunkstation bezogenen Koordinatensystem bekannten Vektor in ein auf die Erde bezogenes Koordinatensystem umzuwandeln.
- [0020] [Fig. 9](#) ist ein Diagramm, das die Schritte einer Ausführung einer Initialisierungsphase für eine CD-MA-Primärstation zeigt.
- [0021] [Fig. 10](#) ist ein Zeitdiagramm, das Aktualisierungsintervalle zeigt, die mit Aufrufintervallen verschachtelt sind.
- [0022] [Fig. 11](#) ist eine Darstellung, die die Schritte einer Ausführung einer Aktualisierungsphase für eine CD-MA-Primärstation zeigt.

#### Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

- [0023] Ein Beispiel eines Funkkommunikationsnetzes gemäß der Erfindung ist in [Fig. 1](#) dargestellt. Dieses Funkkommunikationsnetz ist ein Mobiltelefonkommunikationsnetz mit gespreiztem Spektrum. Die Erfindung bezieht sich aber auch auf Funkkommunikationsnetze, die andere Anwendungen haben und/oder andere Mehrfachzugriffstechniken benutzen. Zum Beispiel bezieht sich die Erfindung auch auf Satelliten-Funkkommunikationsnetze oder Zeit- und/oder Frequenzteilungs-Mehrfachzugriffstechniken. Wenn die Sekundärstationen Satellitenstationen sind, kommen Aktualisierungen für die Richtung des von der Sekundärstation empfangenen Signals ausreichend häufig vor, um unabhängig von Bewegungen des Satelliten etwa konstant zu bleiben.
- [0024] In dem in [Fig. 1](#) gezeigten Funkkommunikationsnetz sind die Sekundärfunkstationen Basisstationen und die Primärfunkstationen sind Mobilstationen. Jede Basisstation **1** überdeckt eine spezifische Zelle **2** (die in Sektoren eingeteilt werden kann), und es ist beabsichtigt, durch Funkverbindungen **3** mit Mobilstationen **4** zu kommunizieren, die sich in dieser spezifischen Zeile **2** befinden. Jede Basisstation ist über einen Basisstation-Controller **5** mit einer Mobiltelefonvermittlungsstelle **6** verbunden. Ein Basisstation-Controller **5** kann mehrere Basisstationen **1** verbinden und eine Mobiltelefonvermittlungsstelle **6** kann mehrere Basisstation-Controller **5** verbinden. Mobiltelefonvermittlungsstellen **6** sind miteinander verbunden z. B. über das öffentliche Schaltvermittlungsnetzwerk **8**. Die Zellen **2** überlappen sich, so dass eine einer Zelle zugeordnete Mobilstation in der Lage ist, Signale mehrerer daneben liegender Zellen in verschiedenen Richtungen zu empfangen. Dieses Merkmal dient vor allem dazu, eine Bewegung von einer Zelle in eine andere zuzulassen, ohne dass die Kommunikation unterbrochen werden. Dieser Vorgang wird gewöhnlich als Abgabe (handoff) oder Übergabe (handover) bezeichnet.
- [0025] [Fig. 2](#) gibt eine Blockdarstellung eines Beispiels einer Mobilstation **4**. Diese Mobilstation **4** enthält eine steuerbare Antennenstruktur **9**. Diese steuerbare Antennenstruktur **9** enthält eine omnidirektionale Antenne

A(1) und fünf Richtantennen A(2) bis A(6). Die Antennen A(i) sind jeweils über Schalter X(i) mit einem Duplexer **12** verbunden. Die Schalter X(i) werden jeweils durch Signale C(i) gesteuert. Der Duplexer **12** ist mit einer Sendeeinrichtung **16** und einer Empfangseinrichtung **17** verbunden. Die Signale C(i) werden durch einen Mikroprozessor **18** ausgegeben. Der Mikroprozessor **18** weist einen Speicher **18a** zum Speichern von Daten und ein Verarbeitungsmittel **18b** zum Verarbeiten von Daten auf, vor allem der von der Empfangseinrichtung **17** empfangenen Daten, der an die Sendeeinrichtung **16** zu sendenden Daten und der von einer Sensoreinrichtung **19** empfangenen Daten.

**[0026]** Steuerbare Antennenstrukturen, die eine Mehrzahl von Richtantennen enthalten, sind insbesondere gut für Mobiltelefone geeignet, die mit 2 GHz oder noch höheren Frequenzen arbeiten. In der Tat erlauben es heutige Technologien nicht, kleine Phase-Arrays für diese Frequenzen herzustellen.

**[0027]** [Fig. 3](#) gibt eine allgemeine Darstellung der Vorgänge in einer Primärstation bezüglich der Steuerung ihrer Antennenstruktur. Details der spezifischen Teile dieses Diagramms werden später gegeben.

**[0028]** Im Schritt **100** wird die Primärstation eingeschaltet und beginnt ihre Initialisierungsphase, die die Schritte **110** bis **160** enthält. Im Schritt **110** sammelt die Primärstation Daten  $D_i$ , die sich auf verfügbare Sekundärstationen  $ASS_i$  beziehen. Im Schritt **120** werden die gesammelten Daten unter Benutzung eines vordefinierten Kriteriums geprüft. Wenn keine Sekundärstation dieses Kriterium erfüllt (Schritt **125**), bedeutet dies, dass eine Kommunikation nicht möglich ist und das Verfahren beginnt eine erneute Initialisierung mit Schritt **110** (aufgrund einer Änderung in der Position der Primärstation oder einer Modifikation der Funkumgebung kann die Situation später besser werden). Im Schritt **130** wird die Sekundärstation, deren Daten am besten das vordefinierte Kriterium erfüllen, ausgewählt und wird zur aktiven Sekundärstation  $B\_ACT$  (die aktive Sekundärstation ist dafür vorgesehen, aktiv mit der Primärfunkstation zu kommunizieren). Eine solche Auswahl impliziert eine Anforderung von der Primärfunkstation an die ausgewählte Sekundärfunkstation und eine Bestätigung durch die ausgewählte Sekundärfunkstation. Wenn die Sekundärfunkstation die Anforderung ablehnt, muss eine andere Sekundärfunkstation ausgewählt werden. Im Schritt **140** berechnet die Primärstation die Richtung der von der aktiven Sekundärstation  $H\_ACT$  empfangenen Signale und speichert diese. Diese Richtung wird Richtungswert der Sekundärstation genannt. In dieser Stufe ist die Primärstation in der Lage, ihre Antennenstruktur abhängig von dem Richtungswert der aktiven Station zu steuern. Im Schritt **150** werden alternative Sekundärstationen  $B\_ALT(j)$ , die zum Aktivwerden geeignet sind (d. h. die das obige Kriterium erfüllen), ausgewählt. Diese alternativen Sekundärstationen können im Falle einer Abgabe aktiv werden (eine Abgabe tritt auf, wenn die Primärfunkstation sich bewegt hat, so dass eine alternative Sekundärstation besser in der Lage ist, die Kommunikation der derzeit aktiven Sekundärstation zu übernehmen).

**[0029]** Im Schritt **160** berechnet die Primärstation die Richtung der von diesen alternativen Sekundärstationen  $H\_ALT(j)$  empfangenen Signale und speichert diese.

**[0030]** Mit dieser Stufe ist die Initialisierung der Primärstation abgeschlossen. Dann werden (im Schritt **170**) sich auf die verfügbaren Sekundärstationen beziehende Daten regelmäßig aktualisiert, ebenso wie die Auswahl der aktiven und alternativen Sekundärstationen. Auch werden Richtungswerte von neuen oder alternativen Sekundärstationen berechnet und gespeichert. In dieser Weise ist die Primärstation in der Lage, ihre Antennenstruktur abhängig von dem Richtungswert der aktiven Sekundärstation zu steuern, zumindest einmal, auch nach einer Abgabe (Schritt **180**).

**[0031]** In einer bevorzugten Ausführung verfolgt die Primärstation auch die Richtung der gerade aktiven Sekundärstation mit ihrer steuerbaren Antennenstruktur. Ein Beispiel einer solchen Verfolgung wird nun unter Bezug auf die [Fig. 4](#) für eine Antennenstruktur beschrieben, die eine Mehrzahl von Richtantennen aufweist. Im Schritt **400** misst die Primärstation die Qualität der Kommunikation mit der gerade aktiven Sekundärstation und stellt fest, dass diese unter einen vordefinierten Wert  $T1'$  fällt. Die Richtungswerte  $H(A(i))$  der Richtantennen der Primärstation sind in einem Koordinatensystem bekannt, das auf die Primärstation bezogen ist. Im Schritt **410** werden diese in ein auf die Erde bezogenes Koordinatensystem durch ein nachfolgend beschriebenes Konververtierungsverfahren konvertiert. Dann werden im Schritt **420** die Resultate dieser Konversionen mit dem Richtungswert der gerade aktiven Sekundärstation verglichen. Und im Schritt **430** wird die Antenne, deren Richtungswert im Erdkoordinatensystem dem Richtungswert der Sekundärstation am nächsten kommt, ausgewählt, um die Kommunikation fortzuführen. Diese Ausführung erlaubt es, eine Kommunikation auch bei einer plötzlichen Bewegung des Benutzers aufrecht zu erhalten, besonders im Falle einer Drehung.

**[0032]** Details werden nun bezüglich spezifischer Teile des Diagramms der [Fig. 3](#) gegeben.

## I. Auswahl der aktiven Sekundärstation

**[0033]** Zuerst werden Daten, die sich auf die verfügbaren Sekundärstationen beziehen, ermittelt. Dann wird die aktive Sekundärstation auf der Basis dieser ermittelten Daten ausgewählt.

**[0034]** In einer ersten Ausführungsform werden diese Daten für alle verfügbaren Paare von Sekundärstation und Antenne ermittelt.

**[0035]** Diese Daten sind Qualitätsdaten, die repräsentativ für die Qualität der empfangenen Signale von einer spezifischen Sekundärstation über eine spezifische Antenne sind. Diese Qualitätsdaten können zum Beispiel die Empfangsleistung oder, wenn verfügbar, die Bitfehlerrate (BER) oder die Rahmenfehlerrate (FER) sein. Die BER ist einfach und schnell auszuwerten. Ihre Auswertung kann häufig wiederholt werden. Die FER gibt eine präzisere Anzeige der Qualität des empfangenen Signals.

**[0036]** Qualitätsdaten, die für alle Paare von Sekundärstationen und Antennen ermittelt werden, werden in einer RANK-Tabelle gespeichert. Diese Tabelle ist in [Fig. 5](#) dargestellt: Sie enthält zwei Einträge, einen für den Identifizierer  $I_{SS}$  der Sekundärstation und den anderen für den Identifizierer  $I_A$  der Antenne. Sie geben den Wert der berechneten Qualitätsdaten an.

**[0037]** Eine aktive Sekundärstation wird ausgewählt, wenn mindestens eine Sekundärstation vorhanden ist, deren Qualitätsdaten (hier die Empfangsleistung) oberhalb eines ersten vordefinierten Schwellwertes (T1) liegt. In einem solchen Fall ist die aktive Sekundärstation die Sekundärstation des Paares mit den höchsten Qualitätsdaten. In dieser Ausführungsform wird die beste mit dieser Sekundärstation zu benutzende Antenne zur gleichen Zeit ermittelt: es ist die Antenne des Paares mit den höchsten Qualitätsdaten.

**[0038]** In einer zweiten Ausführungsform werden die Qualitätsdaten für jede verfügbare Sekundärstation unter Benutzung eines vordefinierten Zustandes der steuerbaren Antennenstruktur ermittelt, zum Beispiel durch Benutzung einer omnidirektionalen Antenne, wenn verfügbar. Die Sekundärstation mit den höchsten Qualitätsdaten wird dann als die aktive Sekundärstation ausgewählt. In dieser Ausführungsform ist in diesem Stadium der beste Zustand der Antenne nicht verfügbar. Sobald der Richtungswert der aktiven Sekundärstation verfügbar wird, ist die Primärstation in der Lage, die beste Richtung für die steuerbare Antennenstruktur zu bestimmen. Dieses Verfahren wird in der folgenden Beschreibung detaillierter beschrieben.

## II. Auswahl der alternativen Sekundärstation

**[0039]** In einer ersten Ausführungsform erfolgt die Auswahl der alternativen Sekundärstationen auf der Basis der im Schritt **110** ermittelten Daten.

**[0040]** In einer zweiten Ausführungsform sendet die aktive Sekundärstation, die ausgewählt wurde, eine Liste von „benachbarten“ Sekundärstationen an die Primärstation. Und die Primärstation ermittelt Qualitätsdaten bezüglich dieser benachbarten Sekundärstationen. Die neu ermittelten Daten werden für die Auswahl der alternativen Sekundärstationen berücksichtigt (mit oder ohne die im Schritt **110** ermittelten Qualitätsdaten).

**[0041]** In der Praxis werden die in der „benachbarten“ Liste enthaltenen Sekundärstationen der RANK-Tabelle hinzugefügt.

## III. Berechnung des Richtungswertes der ausgewählten Sekundärstationen

**[0042]** Der erste Schritt (beschrieben im Paragraphen III.1) besteht in der Berechnung des Richtungswertes der ausgewählten Sekundärstationen in einem auf die Primärstation bezogenen Koordinatensystem (nachfolgend als das lokale Koordinatensystem bezeichnet). Dann besteht der zweite Schritt (beschrieben im Paragraphen III.2) in der Konvertierung der berechneten Richtungswerte in ein auf die Erde bezogenes Koordinatensystem (nachfolgend als das Erdkoordinatensystem bezeichnet). Hierdurch ist der gespeicherte Richtungswert unabhängig von der Bewegung der Primärstationen.

## III.1: Berechnung des Richtungswertes in einem auf die Primärstation bezogenen Koordinatensystem

**[0043]** Der folgende Teil beschreibt ein Beispiel eines Berechnungsverfahrens unter Bezug auf [Fig. 6](#) für eine CDMA-Primärstation (Code-Division Multiple Access), deren Antennenstruktur aus einer Mehrzahl von Antennen besteht. Entsprechend der [Fig. 6](#) enthält die Empfangseinrichtung **17** der Primärstation die folgenden

funktionellen Teile: einen Hochfrequenzeingang RFIN, eine Frequenzwandlerstufe FCS, eine Entspreizschaltung DSC, eine Phasenverriegelungsschleife PLL. Die Phasenverriegelungsschleife PLL enthält darüber hinaus einen Phasendetektor PD, ein Schleifenfilter LPF und einen steuerbaren Oszillator VCO.

**[0044]** Eine solche Primärstation arbeitet im Grunde wie folgt. Der Mikroprozessor **18** steuert die Antennenschalter X(1) bis X(6), so dass eine der Richtungsantennen A(2) bis A(6) mit dem Hochfrequenzeingang RFIN gekoppelt wird. Die Frequenzwandlerstufe FCS wandelt ein Hochfrequenzsignal RF am Hochfrequenzeingang RFIN in ein Zwischenfrequenzsignal IF um. Sowohl das Hochfrequenzsignal RF als auch das Zwischenfrequenzsignal IF sind Spreizspektrumsignale. Die Entspreizschaltung DSC entspreizt, im Effekt, das Zwischenfrequenzsignal IF. Dementsprechend liefert die Entspreizschaltung DSC ein Schmalspektrum-Trägersignal CS an die Phasenverriegelungsschleife PLL. Der Phasendetektor PD der Phasenverriegelungsschleife PLL liefert ein Phasenfehlersignal PES an den Mikroprozessor **18**.

**[0045]** Der Mikroprozessor **18** steuert die Antennenschalter X(1) bis X(6) in der folgenden Weise. Es wird angenommen, dass die Antenne A(2) mit dem Hochfrequenzeingang RFIN gekoppelt ist. Der Mikroprozessor **18** bestimmt, während welcher Perioden das Schmalspektrum-Trägersignal CS im Wesentlichen frei von Phasenmodulation ist. Er kann dies zum Beispiel durchführen, indem er identifiziert, wann das Hochfrequenzsignal RF eine Serie von Nullen oder Einsen als Information enthält. Während einer solchen Periode entkoppelt der Mikroprozessor **18** die Antenne A(2) und koppelt eine andere Antenne, zum Beispiel die Antenne A(3), mit dem Hochfrequenzeingang RFIN. Im Effekt schaltet der Mikroprozessor **18** also von der Antenne A(2) auf die Antenne A(3). Dies bewirkt eine plötzliche Änderung im Phasenfehlersignal PES. Der Mikroprozessor **18** misst diese Änderung, die eine Phasendifferenz zwischen dem Hochfrequenzsignal RF an den Antennen A(2) und A(3) darstellt. Diese Phasendifferenz ist repräsentativ für die Entfernungsdifferenz zwischen den beiden Hochfrequenzsignalen. Von dieser Information berechnet der Mikroprozessor **18** einen Einfallswinkel des Hochfrequenzsignals RF in einem Kartesischen System, das durch die Antennen A(2) und A(3) definiert ist. Anschließend schaltet der Mikroprozessor **18** von der Antenne A(3) auf eine andere Antenne, zum Beispiel auf die Antenne A(4) und berechnet einen Einfallswinkel in einem anderen Kartesischen System, das durch die Antennen A(3) und A(4) definiert ist. Unter Benutzung der berechneten Einfallswinkel berechnet der Mikroprozessor **18** einen dreidimensionalen Peilvektor, der auf die Quelle des Hochfrequenzsignals RF zeigt. Dieser Vektor ist der Richtungswert der sendenden Sekundärstation.

**[0046]** Dieses Verfahren ist in der EP-Patentanmeldung Nr. 98402738.3 der Koninklijke Philips Electronics N. V. beschrieben und noch nicht veröffentlicht.

**[0047]** Andere Verfahren können benutzt werden, um die Richtungswerte der aktiven und alternativen Sekundärstationen zu ermitteln. Zum Beispiel können die Richtungswerte der Sekundärstationen durch GPS-Messungen (GPS = Global Positioning System) ermittelt werden.

### III.2: Konversion in ein auf die Erde bezogenes Koordinatensystem

**[0048]** Der folgende Teil beschreibt ein Beispiel eines Konversionsverfahrens unter Bezug auf die [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#). Dieses Konversionsverfahren benutzt die dreidimensionalen Messungen des Erdmagnetfeldes und des Erdgravitationsfeldes und auch die Werte der Referenzwinkel, die dem Erdmagnetfeld, der Inklination und der Deklination zugeordnet sind, die später noch definiert werden. Um die Messungen des Erdmagnetfeldes (H) und des Erdgravitationsfeldes (G) durchzuführen, muss die Primärstation mit Magnetfeldsensoren und Gravitationsfeldsensoren ausgestattet sein. Dies bedeutet, dass in dieser Ausführungsform die Sensoreinrichtung **19** der [Fig. 2](#) Magnetfeldsensoren und Gravitationsfeldsensoren aufweist. Der Mikroprozessor **18** liest die Ausgangssignale jedes Sensors und führt die zur Durchführung der Konversion notwendigen Berechnungen durch.

**[0049]** Die Magnetfeld- und Gravitationsfeldsensoren sind vorzugsweise dreidimensionale Sensoren. Vorzugsweise ist der dreidimensionale Magnetfeldsensor ein Sensor, der drei, vorzugsweise orthogonale AMR-Magnetfeldsensorelemente (Anisotropic Magneto Resistive) enthält, die preiswert sind und ein sehr schnelles Echtzeitanprechverhalten haben. Der dreidimensionale Gravitationsfeldsensor besteht vorzugsweise aus einer Anordnung von zwei zweidimensionalen Gravitationsfeldsensorelementen, die preiswert sind und ein sehr schnelles Echtzeitanprechverhalten haben.

**[0050]** Die lokale Koordinate wird definiert durch einen Satz von drei orthogonalen Vektoren (i, j, k) mit Einheitslänge (siehe [Fig. 7](#)). Das Erdkoordinatensystem wird definiert durch einen Satz von drei orthogonalen Vektoren (I, J, K) mit Einheitslänge. Das I, J, K-System ist entsprechend [Fig. 7](#) definiert:

- I ist koinzident mit der Richtung des Erdgravitationsfeldes (G).  
 J ist koinzident mit der Richtung des geografischen Nordens (N).  
 K ist koinzident mit der Richtung des geografischen Ostens (E).

**[0051]** Die Richtung der Sekundärstation ist durch einen Vektor  $r$  definiert. Unter Bezug auf das lokale Koordinatensystem wird der Vektor wie folgt ausgedrückt:

$$r = r_x i + r_y j + r_z k \quad [1]$$

hierbei werden  $r_x$ ,  $r_y$  und  $r_z$  erhalten, wie in Paragraf III.1 beschrieben.

**[0052]** Dieser Richtungswert wird im Erdkoordinatensystem ausgedrückt:

$$r = R_x I + R_y J + R_z K \quad [2]$$

hierbei sind die Koordinaten  $R_x$ ,  $R_y$  und  $R_z$  unbekannt.

**[0053]** [Fig. 8](#) beschreibt die verschiedenen Schritte, die zu der Konversion von den lokalen Koordinaten ( $r_x$ ,  $r_y$ ,  $r_z$ ) zu den Erdkoordinaten ( $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$ ) führen.

- Zu entsprechenden Zeitintervallen beginnt die Berechnungsprozedur (ST).
- Während eines Schrittes S1 werden die zu dem Vektor  $r$  gehörenden Koordinaten ( $r_1$ ) gelesen.
- Während eines Schrittes S2 werden die Werte von Referenzwinkeln heruntergeladen, die dem Erdmagnetfeld  $H$  zugeordnet sind. Diese Referenzwinkel sind die Inklination und die Deklination und entsprechend [Fig. 7](#) definiert:
  - Deklination ( $\delta$ ) ist der Winkel zwischen der Richtung geografisch Nord (N) und der horizontalen Projektion  $H_h$  des Erdmagnetfeldes  $H$  in der horizontalen Ebene (HP). Dieser Wert wird positiv durch Ost (E) gemessen und variiert zwischen 0 und 360 Grad.
  - Inklination ( $\theta$ ) ist der Winkel zwischen der horizontalen Projektion  $H_h$  des Erdmagnetfeldes  $H$  und dem Erdmagnetfeld  $H$ . Positive Inklinationen entsprechen einem nach unten gerichteten Vektor  $H$  und negative Inklinationen entsprechen einem nach oben gerichteten Vektor  $H$ . Die Inklination variiert zwischen  $-90$  und  $90$  Grad.

**[0054]** Die Werte der Inklination und Deklination hängen von der Position der Primärstation auf der Erde ab. Sie werden berechnet auf der Basis der geografischen Koordinaten der Primärstation. Die Deklinations- und Inklinationswinkel sind auch mit der Zeit variabel und folgen den sogenannten „sekularen“ Variationen. Dedierte Beobachtungsstationen haben diese Variationen während mehrere Jahrhunderte gemessen. Die schlimmste sekulare Variation in den letzten 500 Jahren war 2 Grad pro Jahrzehnt. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Richtwirkung von Antennen breiter als dieser Wert ist, ist es möglich, einen festen Wert für die Deklination und Inklination ohne Verschlechterung der Qualität des Kommunikationssystems zu benutzen.

**[0055]** In der vorliegenden Ausführungsform können die Werte für die Deklination und Inklination an der Position der Primärstation auf verschiedene Weise erhalten werden:

- Durch Empfang von der Sekundärstation. Die Sekundärstation kann die Deklination und Inklination ihrer Position durch einen gemeinsamen Abwärtskanal aussenden. Diese Art von Kanal wird in den meisten Zellularsystemen benutzt. Obgleich die Werte der Deklination und Inklination an der Sekundärstation nicht genau dieselben sind wie an der Position der Primärstation, ist die Differenz für die normale Größe einer Kommunikationszelle sehr gering.
- Durch Lesen einer vor Ort befindlichen geografischen Datenbank von Deklinationen und Inklinationen, die als eine Funktion der geografischen Koordinaten (Latitude/Longitude) der Primärstation ausgedrückt sind. Die Koordinaten der Primärstation werden als fester Teil des Kommunikationsnetzes (unter Benutzung von zum Beispiel Trilaterationsverfahren) oder durch einen am Ort befindlichen GPS-Empfänger zur Verfügung gestellt.
- Durch periodisches Abfragen einer geografischen Internet-Datenbank, die Deklination und Inklination als eine Funktion der geografischen Koordinaten der Primärstation zurückliefert. Funkpaketdienste, die in allen Mobilfunkstandards der zweiten und dritten Generation zur Verfügung stehen, sind in der Lage, diesen Dienst in einer schnellen, zuverlässigen und preiswerten Weise zur Verfügung zu stellen.

**[0056]** Die Werte der Deklination und Inklination können in jeder Art von Speichern gespeichert werden, abhängig von dem vorstehend beschriebenen Erfassungsverfahren, zum Beispiel in einem Flash-Speicher.

**[0057]** Während des Schrittes S3 führen magneto-resistive Feldsensoren, die an der Primärstation befestigt sind, mit der für die Messung des Erdmagnetfeldes erforderlichen Empfindlichkeit und Genauigkeit die Messungen der lokalen Koordinaten des Erdmagnetfeldes  $H$  durch. Das Erdmagnetfeld wird in dem lokalen Koordinatensystem wie folgt ausgedrückt:

$$H = H_x i + H_y j + H_z k \quad [3]$$

**[0058]** Die Richtung des Erdmagnetfeldes wird dann durch einen Vektor  $h$  ausgedrückt, der dieselbe Richtung hat wie  $H$ , jedoch Einheitslänge:

$$\mathbf{h} = \frac{1}{H} \mathbf{H} = \frac{H_x}{H} \mathbf{i} + \frac{H_y}{H} \mathbf{j} + \frac{H_z}{H} \mathbf{k} = h_x \mathbf{i} + h_y \mathbf{j} + h_z \mathbf{k} \quad [4]$$

wobei  $H$  die Feldstärke ist.

**[0059]** Während des Schrittes S4 führen Gravitationsfeldsensoren, die an der Primärstation befestigt sind, mit der für die Messung des Erdgravitationsfeldes erforderlichen adäquaten Empfindlichkeit und Genauigkeit die Messungen der lokalen Koordinaten des Erdgravitationsfeldes  $G$  durch. Das Erdgravitationsfeld wird in dem lokalen Koordinatensystem wie folgt ausgedrückt:

$$G = G_x i + G_y j + G_z k \quad [5]$$

**[0060]** Die Richtung des Erdgravitationsfeldes wird dann durch einen Vektor  $g$  ausgedrückt, der dieselbe Richtung hat wie  $G$ , jedoch Einheitslänge:

$$\mathbf{g} = \frac{1}{G} \mathbf{G} = \frac{G_x}{G} \mathbf{i} + \frac{G_y}{G} \mathbf{j} + \frac{G_z}{G} \mathbf{k} = g_x \mathbf{i} + g_y \mathbf{j} + g_z \mathbf{k} \quad [6]$$

wobei  $G$  die Feldstärke ist.

**[0061]** Nach [Fig. 7](#) ist  $l$  ein Vektor von Einheitslänge, dessen Richtung mit dem Erdgravitationsfeld zusammenfällt. Dies ist genau die Definition für  $g$ , der in [6] ausgedrückt ist. Somit ergibt sich:

$$l = g_x i + g_y j + g_z k \quad [7]$$

**[0062]** Vektor  $h$  wird über  $J$  mittels zwei aufeinander folgender Rotationen übertragen:  
Eine erste Rotation um die Achse  $l \leftrightarrow h$  mit dem Winkel  $\theta$ . Diese Bewegung legt  $h$  über die horizontale Ebene (HP).

**[0063]** Eine zweite Rotation um die Achse  $l$  mit dem Winkel  $\delta$ . Diese Bewegung legt  $h$  direkt über den Vektor  $J$ .

**[0064]** Vektordrehungen sind lineare Transformationen, die durch eine  $3 \times 3$ -Matrix dargestellt sind:  $R_i(u, \alpha)$ . Die Komponenten von  $R_i$  werden ausgedrückt als eine Funktion der Koordinaten des Vektors, der die Drehachse  $u$  ( $u_x, u_y, u_z$ ) und den Drehwinkel ( $\alpha$ ) wie folgt definiert:

$$R_i = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{pmatrix} \quad \text{mit} \quad \left\{ \begin{array}{l} r_{11} = u_x^2 + (1 - u_x^2) \cos \alpha \\ r_{12} = u_x u_y (1 - \cos \alpha) + u_z \sin \alpha \\ r_{13} = u_x u_z (1 - \cos \alpha) - u_y \sin \alpha \\ r_{21} = u_x u_y (1 - \cos \alpha) - u_z \sin \alpha \\ r_{22} = u_y^2 + (1 - u_y^2) \cos \alpha \\ r_{23} = u_y u_z (1 - \cos \alpha) + u_x \sin \alpha \\ r_{31} = u_x u_z (1 - \cos \alpha) + u_y \sin \alpha \\ r_{32} = u_x u_z (1 - \cos \alpha) - u_y \sin \alpha \\ r_{33} = u_z^2 + (1 - u_z^2) \cos \alpha \end{array} \right.$$



[0065] Während des Schrittes S5 werden die Koordinaten des Vektors  $e$  mit Einheitslänge entsprechend der ersten Drehachse wie folgt berechnet:

$$e = \frac{I \otimes h}{|I \otimes h|} \quad [8]$$

[0066] Die Komponenten von  $e$  werden unter Benutzung der Gleichungen [4] und [7] abgeleitet:

$$e_x = \frac{g_y h_z - g_z h_y}{\sqrt{(g_y h_z - g_z h_y)^2 + (g_z h_x - g_x h_z)^2 + (g_x h_y - g_y h_x)^2}} \quad [9]$$

$$e_y = \frac{g_z h_x - g_x h_z}{\sqrt{(g_y h_z - g_z h_y)^2 + (g_z h_x - g_x h_z)^2 + (g_x h_y - g_y h_x)^2}} \quad [10]$$

$$e_z = \frac{g_x h_y - g_y h_x}{\sqrt{(g_y h_z - g_z h_y)^2 + (g_z h_x - g_x h_z)^2 + (g_x h_y - g_y h_x)^2}} \quad [11]$$

[0067] Während des Schrittes S6 wird die erste Drehung  $R_1(e, \theta)$  aufgerufen. Die berechneten Koeffizienten der Matrix, die diesem Vektor entspricht, sind:

$$\overline{r}_{ij} = r_{ij}(e_x, e_y, e_z, \theta) = \begin{bmatrix} \overline{r}_{11} & \overline{r}_{12} & \overline{r}_{13} \\ \overline{r}_{21} & \overline{r}_{22} & \overline{r}_{23} \\ \overline{r}_{31} & \overline{r}_{32} & \overline{r}_{33} \end{bmatrix} \quad [12]$$

[0068] Während des Schrittes S7 wird der Vektor  $h_h$  wie folgt abgeleitet:

$$h_h = R_1 h \quad [13]$$

[0069] Nach dem Berechnen führt dies zu folgendem Resultat:

$$h_h = h_{hx}i + h_{hy}j + h_{hz}k \quad [14]$$

hierbei ist:

$$h_{hx} = h_x \overline{r}_{11} + h_y \overline{r}_{21} + h_z \overline{r}_{31} \quad [15]$$

$$h_{hy} = h_x \overline{r}_{12} + h_y \overline{r}_{22} + h_z \overline{r}_{32} \quad [16]$$

$$h_{hz} = h_x \overline{r}_{13} + h_y \overline{r}_{23} + h_z \overline{r}_{33} \quad [17]$$

[0070] Während des Schrittes S8 wird die zweite Drehung  $R_2(g, \delta)$  aufgerufen. Die berechneten Koeffizienten der Matrix, die zu diesem Vektor gehören, sind:

$$\overline{\overline{r}}_{ij} = r_{ij}(g_x, g_y, g_z, \delta) = \begin{bmatrix} \overline{\overline{r}}_{11} & \overline{\overline{r}}_{12} & \overline{\overline{r}}_{13} \\ \overline{\overline{r}}_{21} & \overline{\overline{r}}_{22} & \overline{\overline{r}}_{23} \\ \overline{\overline{r}}_{31} & \overline{\overline{r}}_{32} & \overline{\overline{r}}_{33} \end{bmatrix} \quad [18]$$

[0071] Während des Schrittes S9 wird der Vektor  $J$  wie folgt abgeleitet:

$$I = R_2 h_h \quad [19]$$

**[0072]** Nach der Berechnung führt dies zu folgendem Resultat:

$$I = J_x i + J_y j + J_z k \quad [20]$$

hierbei ist:

$$J_x = h_{hx} r_{11} + h_{hy} r_{21} + h_{hz} r_{31} \quad [21]$$

$$J_y = h_{hx} r_{12} + h_{hy} r_{22} + h_{hz} r_{32} \quad [22]$$

$$J_z = h_{hx} r_{13} + h_{hy} r_{23} + h_{hz} r_{33} \quad [23]$$

**[0073]** Während des Schrittes S10 wird der Vektor K wie folgt erhalten:

$$K = K_x i + K_y j + K_z k = I \otimes J \quad [24]$$

**[0074]** Unter Benutzung der Ausdrücke I und J aus den Gleichungen [7] und [20]:

$$K = (g_y J_z - g_z J_y) + (g_z J_x - g_x J_z) + (g_x J_y - g_y J_x) k \quad [25]$$

**[0075]** Während des Schrittes S11 wird die Gleichung des Vektors r in dem lokalen Koordinatensystem aus der Gleichung [2] desselben Vektors in dem Erdkoordinatensystem abgeleitet, und durch Ersetzen von I, J und K mit ihren Gleichungen [7], [20] und [25]:

$$r = (R_x g_x + R_y J_x + R_z K_x) i + (R_x g_y + R_y J_y + R_z K_y) j + (R_x g_z + R_y J_z + R_z K_z) k \quad [26]$$

**[0076]** Unter Betrachtung der Gleichung [26] für r und die Identifizierung der Koeffizienten der Gleichung [1] führt zu Folgendem:

$$g_x R_x + J_x R_y + K_x R_z = r_x \quad [27]$$

$$g_y R_y + K_y R_z + K_y R_z = r_y \quad [28]$$

$$g_z R_x + J_z R_y + K_z R_z = r_z \quad [29]$$

**[0077]** Die Lösung des linearen Systems mit den Unbekannten  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$  wird unter Benutzung des Cramer-Verfahrens erhalten und liefert die Koordinaten (rg) des Richtungswertes der zweiten Station in dem Erdkoordinatensystem:

$$R_x = \frac{\Delta_x}{\Delta} \quad [30]$$

$$R_y = \frac{\Delta_y}{\Delta} \quad [31]$$

$$R_z = \frac{\Delta_z}{\Delta} \quad [32]$$

hierbei ist:

$$\Delta_x = J_y K_z r_x + J_x K_y r_z + J_z K_x r_y - (J_y K_x r_z + J_z K_y r_x + J_x K_z r_y) \quad [33]$$

$$\Delta_y = g_x K_z r_y + g_z K_y r_x - g_y K_x r_z + (g_z K_x r_y + g_x K_y r_z + g_y K_z r_x) \quad [34]$$

$$\Delta_z = g_x J_y r_z + g_z J_x r_y + g_y J_z r_x - (g_z J_y r_x + g_x J_z r_y + g_y J_x r_z) \quad [35]$$

$$\Delta = g_x J_y K_z + g_z J_x K_y + g_y J_z K_x - (g_z J_y K_x + g_x J_z K_y + g_y J_x K_z) \quad [36]$$

**[0078]** Die Werte  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$  werden gespeichert.

**[0079]** Am Ende der Rechnung kehrt die Prozedur zum Anfangspunkt zurück (RET).

**[0080]** Diese Konversionsmethode wird in der EP-Patentanmeldung Nr. 99400960.3 der Koninklijke Philips Electronics N. V. beschrieben und ist noch nicht veröffentlicht. Dieses Verfahren ist besonders vorteilhaft, aber auch andere Konversionsverfahren können benutzt werden, zum Beispiel Verfahren, die ein Gyroskop oder ein GPS-System (Global Positioning System) benutzen. Somit ist das oben beschriebene Verfahren nicht restriktiv zu verstehen.

#### IV. Speichern der Richtungswerte

**[0081]** Sobald die Richtungswerte in dem Erdkoordinatensystem einmal berechnet wurden, werden sie gespeichert. In der Praxis werden drei Sätze gebildet: ein erster Satz, aktiver Satz genannt, enthält die aktiven Sekundärstation(en), ein zweiter Satz, alternativer Satz genannt, enthält die alternativen Sekundärstationen, und ein dritter Satz, verbleibender Satz genannt, enthält alle anderen verfügbaren Sekundärstationen. Diese Sätze benutzen die Identifizierer der Sekundärstationen als Zeiger. Der aktive Satz und der alternative Satz enthalten für jede Sekundärstation die Qualitätsdaten und die drei Koordinaten der Richtungen der Sekundärstation in dem auf die Erde bezogenen Koordinatensystem. Der verbleibende Satz enthält nur die Qualitätsdaten.

**[0082]** Ein detailliertes Beispiel einer Initialisierungsphase wird nun unter Bezug auf [Fig. 9](#) für eine CDMA-Primärstation beschrieben, die eine Mehrzahl von Richtantennen aufweist.

**[0083]** Im Schritt **600** wird die Primärstation eingeschaltet. Im Schritt **601** wird ein Index  $i$  auf Eins gesetzt, was anzeigt, dass die Verarbeitung unter Benutzung der Antenne  $A(i = 1)$  beginnt. Im Schritt **602** tastet die Primärstation die PSCH-Verfügbarkeit ab durch Korrelieren des empfangenen Signals mit einer lokalen Kopie des Spreizcodes des PSCH (PSCH = Primary Synchronization Channel). Dann wird im Schritt **603** die Qualität des empfangenen Signals (FOM = Figure Of Merit) auf der Basis der Empfangsleistung für jede verfügbare Sekundärstation ausgewertet. Dann wird im Schritt **604** die Sekundärstation  $SS_{MAX}$  mit der höchsten Qualität ausgewählt. Im Schritt **605** wird ihre Qualität mit einem Schwellwert  $T1$  verglichen. Dieser Schwellwert  $T1$  entspricht dem Minimalwert, der ein akzeptables Erkennen des Empfangssignals zulässt. Liegt die ausgewertete Qualität unterhalb des Schwellwertes, wird der Index  $i$  erhöht und die Verarbeitung wird ab Schritt **602** mit einer anderen Antenne  $A(i + 1)$  wiederholt. Wenn die Qualität den Schwellwert überschreitet, erfolgt eine weitere Verarbeitung mit Schritt **606**, um eine vollständige Identifizierung der ausgewählten Sekundärstation zu erreichen. Diese weitere Verarbeitung schließt ein:

- Abtasten des ankommenden SSCH-Kanals durch Korrelation mit einer lokalen Version der möglichen SSCH-Spreizcodes (SSCH = Secondary Synchronization Channel).
- Decodieren der Codegruppe, die zu der empfangenen Sekundärstation gehört, durch Benutzung des Spreizcodes des SSCH.
- Synchronisieren der Primärstation mit der Zellenrahmenzeitgabe.
- Abtasten des PCCPCH, um den Scrambling-Code der Sekundärstation zu identifizieren (PCCPCH steht für Primary Common Control Physical Channel).
- Decodieren des Scrambling-Codes der Sekundärstation.

**[0084]** Zu diesem Punkt ist die empfangene Sekundärstation vollständig identifiziert. Alternative Qualitätsdaten können berechnet werden. Zum Beispiel die BER auf der Basis der PCCPCH-Pilotbits oder die FER auf der Basis des vollständigen PCCPCH-Rahmens. Diese neuen Qualitätsdaten werden im Schritt **607** berechnet. Im Schritt **608** werden diese Qualitätsdaten in der RANK-Tabelle gespeichert.

**[0085]** Sobald das Verfahren bezüglich der ausgewählten Sekundärstation abgeschlossen ist, wird das Verfahren vom Schritt **604** an für die verbleibenden Sekundärstationen wiederholt.

**[0086]** Sobald das Verfahren für alle verfügbaren Sekundärstationen abgeschlossen ist und für die Antenne  $A(i)$  der Index  $i$  erhöht worden und  $i \leq i_{MAX}$  ist, dann wird das Verfahren für die Antenne  $A(i + 1)$  wiederholt. Ist  $i > i_{MAX}$ , dann fährt das Verfahren mit Schritt **610** fort.

**[0087]** Im Schritt **610** wird das Antennenpaar der Sekundärstation mit der höchsten Qualität ausgewählt. Im Schritt **611** wird die Qualität dieses Paares gegenüber einem Schwellwert  $T2$  ( $T2$  wird abhängig von den benutzten Qualitätsdaten definiert; handelt es sich um die Empfangsleistung, so ist  $T2 = T1$ ) geprüft. Liegt die

Qualität unter dem Schwellwert, ist kein System verfügbar und eine Informationsnachricht wird an den Benutzer gegeben (Schritt **612**), und das Verfahren endet mit Schritt **630**. Liegt die Qualität des ausgewählten Paares über dem Schwellwert, dann sendet die Primärstation eine Aufforderung (REQ) an die ausgewählte Sekundärstation zum Hinzufügen dieser Sekundärstation zu dem aktiven Satz (Schritt **613**). Wenn diese Aufforderung bestätigt wird (ACK), misst die Primärstation den Richtungswert der Sekundärstation des ausgewählten Paares in lokalen Koordinaten (Schritt **614**). Dann werden im Schritt **615** die Koordinaten des Richtungswertes in ein Erdkoordinatensystem konvertiert. Im Schritt **616** wird der Richtungswert zusammen mit den Qualitätsdaten in dem aktiven Satz ACT gespeichert. Wird die Aufforderung abgelehnt (NACK), kehrt das Verfahren zurück zum Schritt **610** zum Auswählen eines anderen Paares, das sich auf eine andere Sekundärstation bezieht.

**[0088]** Im Schritt **620** wird eine Liste L eines „Nachbarn“ entsprechend der aktiven Sekundärstation in dem gemeinsamen Abwärtskanal gelesen. Im Schritt **621** wird die Identität der Mitglieder dieser Liste in die RANK-Tabelle geladen und eine Datei für jede Sekundärstation eingestellt. Im Schritt **622** wird ein dediziertes Abtasten für jede Sekundärstation unter Benutzung aller Antennen durchgeführt. Dieses Verfahren liefert Qualitätsdaten für jedes Antennenpaar der Sekundärstation. Im Schritt **623** werden diese Qualitätsdaten in der RANK-Tabelle gespeichert. Im Schritt **624** werden die Qualitätsdaten mit dem Schwellwert T2 verglichen. RANK-Positionen, die den Schwellwert überschreiten, werden als alternative Sekundärstationen betrachtet. Im Schritt **625** werden ihre Richtungswerte in dem Erdkoordinatensystem berechnet. Im Schritt **626** werden die Richtungswerte zusammen mit den entsprechenden Qualitätsdaten in dem alternativen Satz ALT gespeichert. Sobald der alternative Satz aufgefüllt ist, wird er (im Schritt **627**) unter Benutzung der Qualitätsdaten als Kriterium umgeordnet. Sekundärstationen mit der höchsten Qualität besetzen die ersten Positionen. Im Schritt **628** werden die Qualitätsdaten der verbleibenden Sekundärstationen in dem verbleibenden Satz REM gespeichert. Das Initialisierungsverfahren endet mit Schritt **630**.

**[0089]** Ein detailliertes Beispiel einer Aktualisierungsphase wird nun in Verbindung mit den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) für eine CDMA-Primärstation mit einer Mehrzahl von Richtantennen beschrieben. Wie in [Fig. 10](#) dargestellt, werden Aktualisierungsintervalle  $U_i$  mit Aufrufintervallen  $P_i$  verschachtelt, um das Verlieren von ankommenden Anrufen zu vermeiden. Während eines Aktualisierungsintervalls wird eine Sekundärstation durch alle Antennen abgetastet. Dies bedeutet, dass das Aktualisierungsintervall ein Subintervall enthält, das jeder Antenne zugeordnet ist. Während dieses Subintervalls wird eine Spreizcodekorrelation durchgeführt und die Qualitätsdaten werden ausgewertet.

**[0090]** [Fig. 11](#) ist ein Blockdiagramm, das die Schritte eines Beispiels eines solchen Aktualisierungsprozesses zeigt. Im Schritt **701** liest die Primärstation die Identifizierer der im aktiven Satz enthaltenen Sekundärstation(en). Im Schritt **702** tastet die Primärstation die entsprechenden Sekundärstation(en) durch alle verfügbaren Antennen ab und arbeitet die entsprechenden Qualitätsdaten (FOM genannt) aus. Im Schritt **703** wird die Information in der RANK-Tabelle gespeichert. Im Schritt **704** liest die Primärstation die im alternativen Satz enthaltenen Identifizierer der Sekundärstation(en). Im Schritt **705** tastet die Primärstation die entsprechenden Sekundärstation(en) durch alle verfügbaren Antennen ab und arbeitet die entsprechenden Qualitätsdaten aus. Im Schritt **706** werden die Informationen in der RANK-Tabelle gespeichert. Im Schritt **707** liest die Primärstation die im verbleibenden Satz enthaltenen Identifizierer der Sekundärstation(en). Im Schritt **708** tastet die Primärstation die entsprechenden Sekundärstation(en) durch alle verfügbaren Antennen ab und arbeitet die entsprechenden Qualitätsdaten aus. Im Schritt **709** wird die Information in der RANK-Tabelle gespeichert. Im Schritt **710** sucht die Primärstation nach dem Maximalwert MAX der Qualitätsdaten. Im Schritt **711** wird der Wert dieses Maximums geprüft. Liegt es unter dem Schwellwert T2, bedeutet dies, dass das System nicht zur Verfügung steht. Im Schritt **712** wird eine Nachricht angezeigt, um den Benutzer zu informieren. Dann beginnt das Verfahren wieder am Anfang des Initialisierungsprozesses (Schritt **601**). Liegt der Wert über dem Schwellwert T2, so schreitet der Aktualisierungsprozess weiter voran. Im Schritt **713** fragt die Primärstation alle Sekundärstationen ab, die in den alternativen und verbleibenden Sätzen enthalten sind:

- Liegen die Qualitätsdaten (FOM) für eine Sekundärstation unter dem Schwellwert T2, so wird diese Sekundärstation in den verbleibenden Satz geladen (Schritt **714**). Sobald das Abfragen abgeschlossen ist, wird der verbleibende Satz in absteigender Reihenfolge umgeordnet (Schritt **715**).
- Liegen die Qualitätsdaten für eine Sekundärstation über dem Schwellwert T2, so wird diese Sekundärstation in den alternativen Satz geladen (Schritt **716**). Sobald das Abfragen abgeschlossen ist, wird der alternative Satz in absteigender Reihenfolge umgeordnet (Schritt **717**).

**[0091]** Dann werden im Schritt **720** Sekundärstationen, die zu dem alternativen Satz (B\_A) gehören, mit einem neuen Schwellwert verglichen, der aus den Qualitätsdaten der vorherigen aktiven Sekundärstation (B\_F) und einer zusätzlichen Differenz (D\_T1) resultiert. Wenn keine Sekundärstation diesen neuen Schwellwert überschreitet, wird die vorherige Sekundärstation (B\_F) für die nächste Periode bestätigt (Schritt **721**). Sind

Sekundärstationen vorhanden, die den neuen Schwellwert überschreiten, so wird diejenige mit der höchsten Qualität (FOM) die aktive Sekundärstation (Schritt **722**). Dies bedeutet, dass eine Abgabe erfolgt. Diese Sekundärstation wird in den aktiven Satz geladen.

**[0092]** Im Schritt **740** werden die Richtungswerte der Sekundärstationen des aktiven und alternativen Satzes berechnet und in dem entsprechenden Satz gespeichert. Der Aktualisierungsprozess schließt mit Schritt **750** ab.

### Patentansprüche

1. Primärfunkstation (**4**) zur Benutzung in einem Kommunikationssystem mit einer Mehrzahl von Sekundärfunkstationen (**1**), welche Primärfunkstation Folgendes aufweist:  
 eine mehr-direktionale, steuerbare Antennenstruktur (A(1) bis A(6)) mit einer Mehrzahl von Antennen zum Senden/Empfangen von Funksignalen,  
 Erfassungsmittel (**17**, **18**) zum Erfassen von Daten aus mindestens einem empfangenen Funksignal, die sich auf mindestens eine der Sekundärstationen beziehen,  
 Auswahlmittel (**18**) zum Auswählen, wenn möglich, mindestens einer aktiven Sekundärstation (B\_ACT) auf der Basis von erfassten Daten,  
 Steuermittel (C(1) bis C(6), **18**) zum Steuern der Antennenstruktur abhängig von gespeicherten Richtungen, **dadurch gekennzeichnet**,  
 dass das Auswahlmittel (**18**) ausgebildet ist zur Auswahl, wenn möglich, auf der Basis von erfassten Daten, mindestens einer alternativen Sekundärstation (B\_ALT(j)), die geeignet ist, aktiv zu werden,  
 dass das Steuermittel (C(1) bis C(6), **18**) ausgebildet ist zum Schalten von einer Antenne zu einer anderen der Antennenstruktur (A(1) bis A(6)),  
 dass Messmittel (**18**) vorgesehen sind zum Messen einer Anzeige eines Phasenwechsels eines empfangenen Signals während des Schaltens von einer Antenne zu einer anderen Antenne,  
 dass Rechenmittel (**18**, **19**) vorgesehen sind zum Berechnen der Richtungen (H\_ACT, H\_ALT(j)) aus den Anzeigen von Phasenwechseln der von den ausgewählten Sekundärstationen (B\_ACT, B\_ALT(j)) empfangenen Signale und  
 dass Speichermittel (**18**) zum Speichern der berechneten Richtungen vorgesehen sind.

2. Primärstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeige des Phasenwechsels der Wechsel eines Phasenfehlersignals in einer Phasenverriegelungsschleife ist.

3. Primärstation nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Verfolgungsmittel (**18**, C(i), X(i)) zum Verfolgen der Richtung einer aktiven Sekundärstation mit der steuerbaren Antennenstruktur (A(i)) vorgesehen sind.

4. Primärfunkstation nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die steuerbare Antennenstruktur eine Mehrzahl von Richtantennen aufweist, dass die Daten Qualitätsdaten sind, die für Sekundärstations-Antennenpaare erfasst werden, dass die aktive Sekundärstation diejenige Sekundärstation des Paares mit der höchsten Datenqualität ist, und dass die Antennenstruktur zuerst gesteuert wird, um die Antenne des Paares mit der höchsten Datenqualität auszuwählen.

5. Verfahren zum Steuern einer mehr-direktionalen, steuerbaren Antennenstruktur mit einer Mehrzahl von Antennen in einer Primärfunkstation zur Kommunikation mit Sekundärfunkstationen eines Funkkommunikationsnetzwerkes, welches Verfahren folgende Schritte aufweist:  
 einen Erfassungsschritt (**110**) zum Erfassen von Daten aus mindestens einem empfangenen Funksignal, die sich auf mindestens eine Sekundärstation beziehen,  
 einen Auswahlsschritt (**130**) zum Auswählen, wenn möglich, mindestens einer aktiven Sekundärstation auf der Basis von erfassten Daten,  
 einen Steuerschritt (**180**) zum Steuern der Antennenstruktur abhängig von gespeicherten Richtungen, gekennzeichnet durch  
 einen Auswahlsschritt (**150**) zur Auswahl, wenn möglich, auf der Basis von erfassten Daten, mindestens einer alternativen Sekundärstation, die geeignet ist, aktiv zu werden,  
 einen Steuerschritt zum Schalten von einer Antenne zu einer anderen Antenne der Antennenstruktur,  
 einen Messschritt zum Messen einer Anzeige eines Phasenwechsels eines empfangenen Signals während des Schaltens von einer Antenne zu einer anderen Antenne,  
 einen Rechenschritt (**140**, **160**) zum Berechnen der Richtungen der von den ausgewählten Sekundärstationen empfangenen Signale aus den Anzeigen von Phasenwechseln, und

einen Speicherschnitt (140) zum Speichern der berechneten Richtungen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeige des Phasenwechsels der Wechsel eines Phasenfehlersignals in einer Phasenverriegelungsschleife ist.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Richtung einer aktiven Sekundärstation mit der steuerbaren Antennenstruktur (A(i)) verfolgt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, bei dem die steuerbare Antennenstruktur eine Mehrzahl von Richtantennen aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Verfahren die Daten als Qualitätsdaten für Sekundärstations-Antennenpaare erfasst werden, dass die aktive Sekundärstation als diejenige Sekundärstation des Paares mit der höchsten Datenqualität ausgewählt wird, und dass die Antennenstruktur zuerst gesteuert wird, um die Antenne des Paares mit der höchsten Datenqualität auszuwählen.

9. Funkkommunikationsnetzwerk mit einer Mehrzahl von Sekundärstationen und mindestens einer Primärfunkstation nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4.

10. Computerprogramm zur Benutzung in einer Primärfunkstation mit einer mehr-direktionalen, steuerbaren Antennenstruktur mit einer Mehrzahl von Antennen zur Benutzung in einem Funkkommunikationsnetzwerk mit einer Mehrzahl von Sekundärfunkstationen, welches Computerprogramm Computerprogrammcodiermittel zur Bildung einer Primärfunkstation aufweist:

Erfassen von Daten aus mindestens einem empfangenen Signal, die sich auf mindestens eine Sekundärstation beziehen,

Auswählen, wenn möglich, mindestens einer aktiven Sekundärstation auf der Basis von erfassten Daten,

Steuern der Antennenstruktur abhängig von gespeicherten Richtungen,

dadurch gekennzeichnet, dass der Computerprogrammcode die Primärfunkstation bildet durch

Auswählen, wenn möglich, auf der Basis von erfassten Daten, mindestens einer alternativen Sekundärstation, die geeignet ist, aktiv zu werden,

Schalten von einer Antenne zu einer anderen der Antennenstruktur,

Messen einer Anzeige eines Phasenwechsels eines empfangenen Signals während des Schaltens von einer Antenne zu einer anderen Antenne,

Berechnen der Richtungen der von den ausgewählten Sekundärstationen empfangenen Signale aus den Anzeigen von Phasenwechseln, und

Speichern der berechneten Richtungen.

11. Computerprogramm nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeige des Phasenwechsels der Wechsel eines Phasenfehlersignals in einer Phasenverriegelungsschleife ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

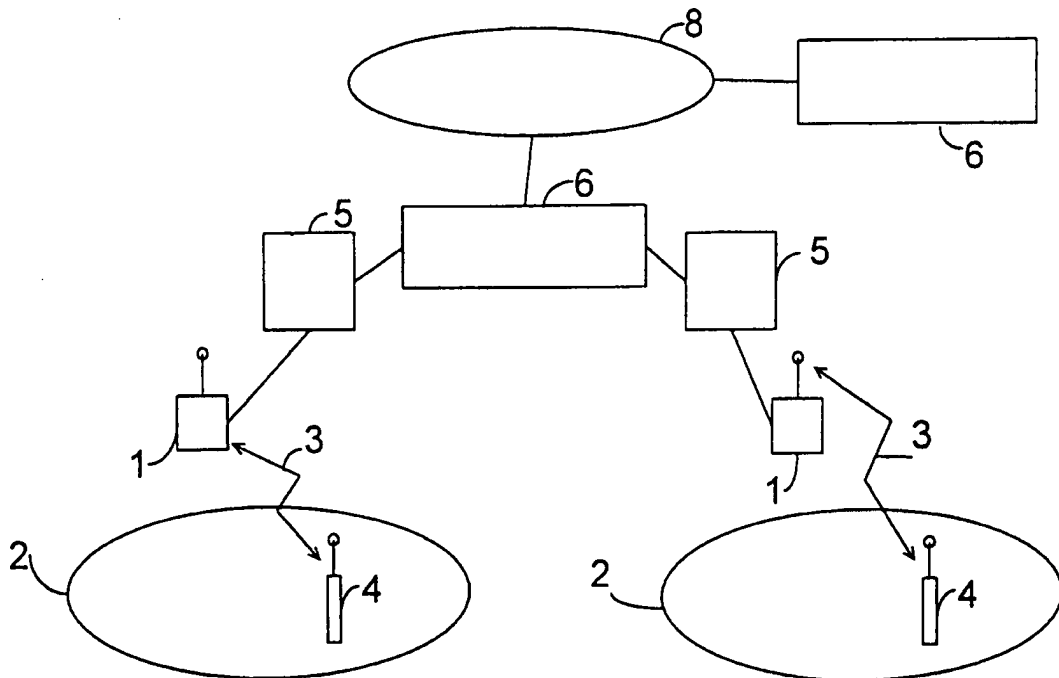


FIG. 1

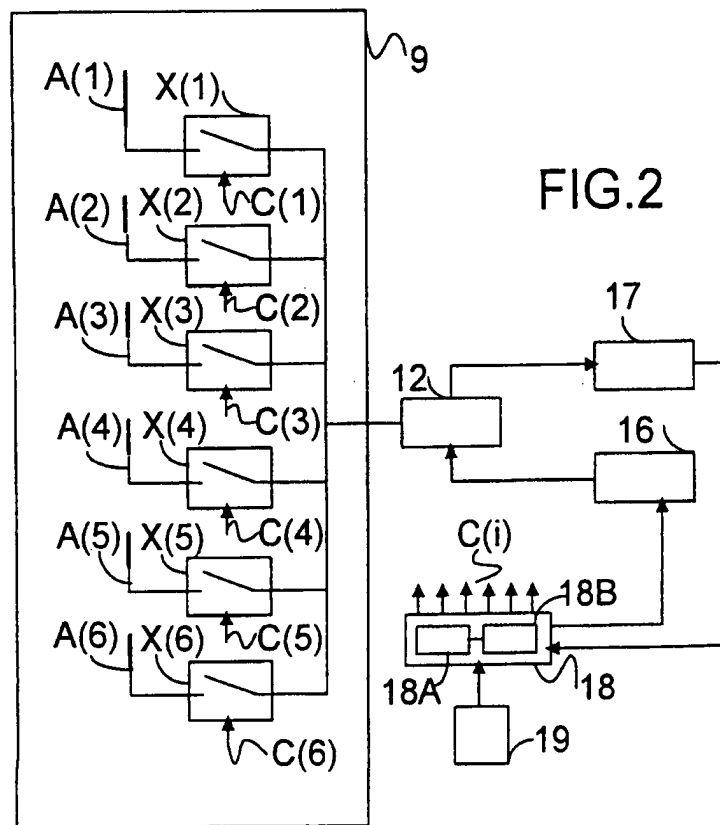


FIG. 2

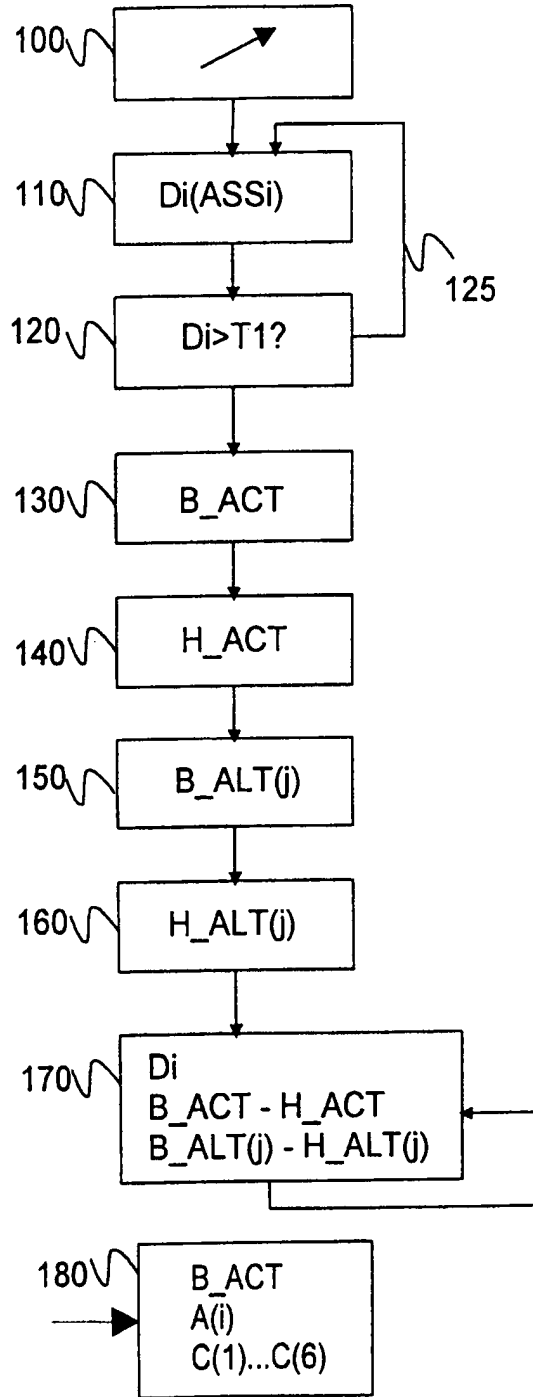
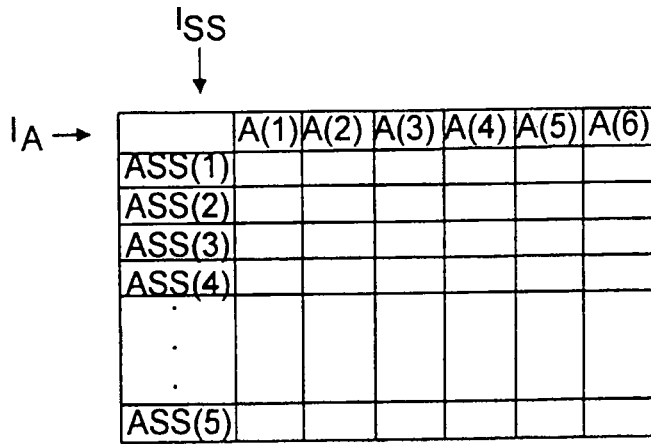


FIG.3





RANG FIG. 5

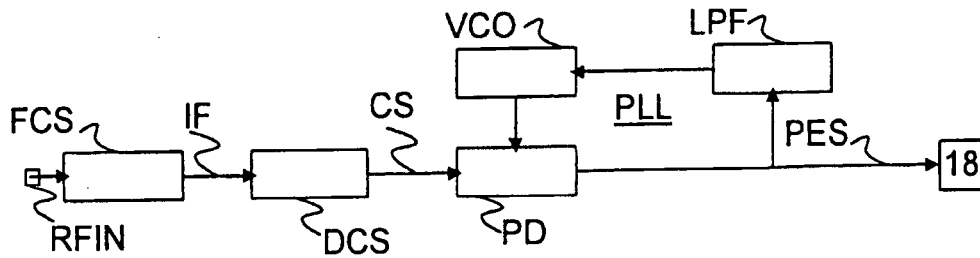


FIG. 6

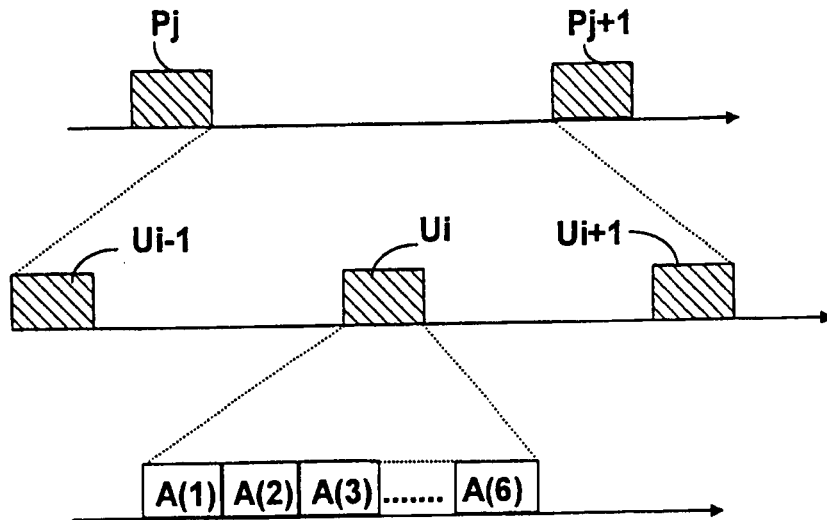
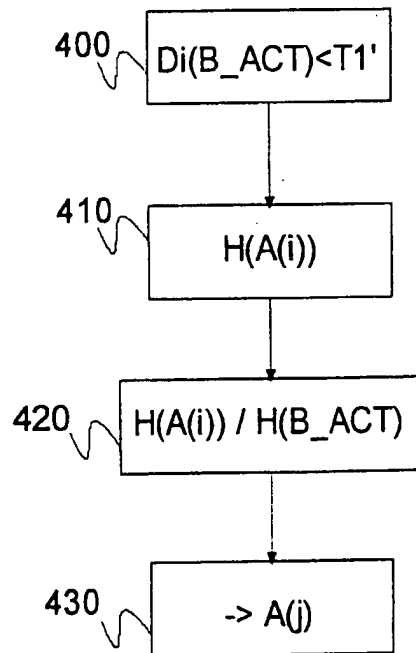
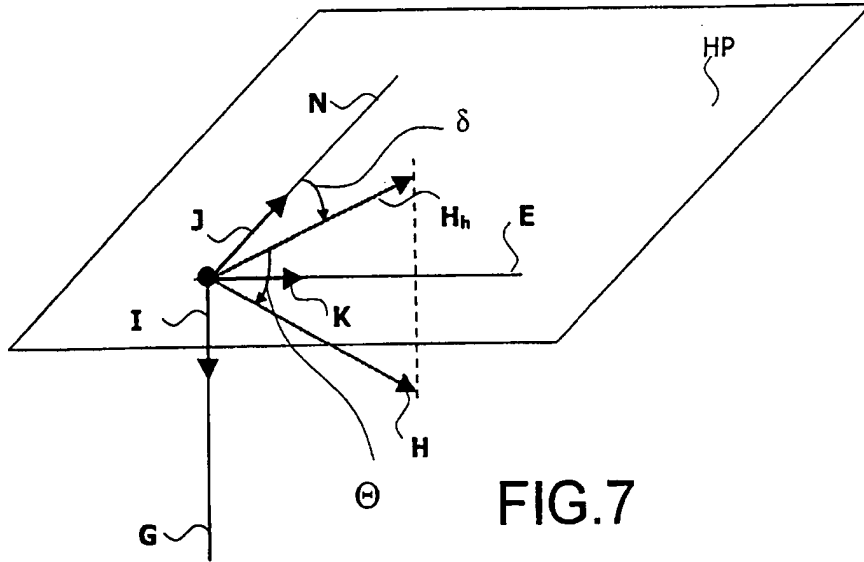


FIG. 10



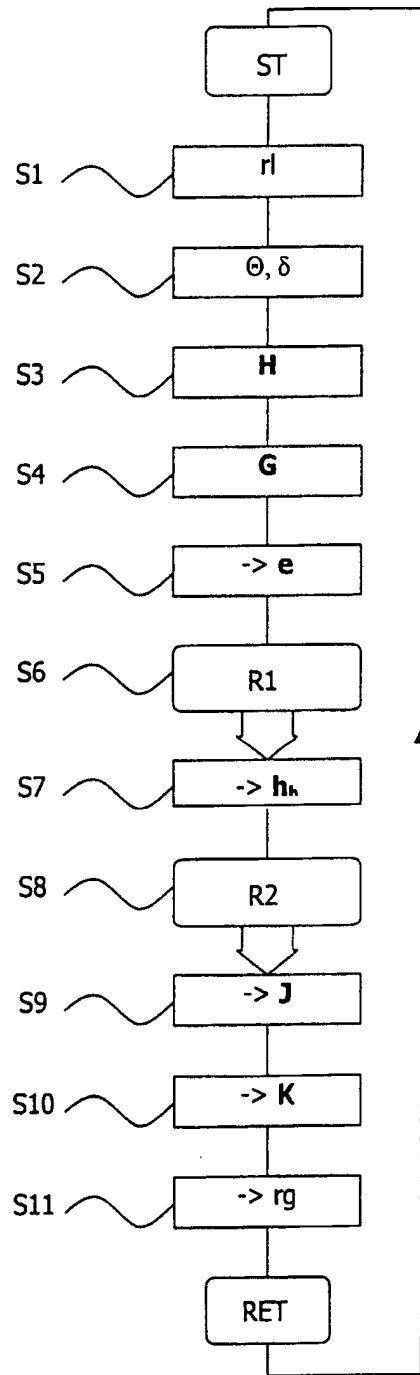


FIG.8

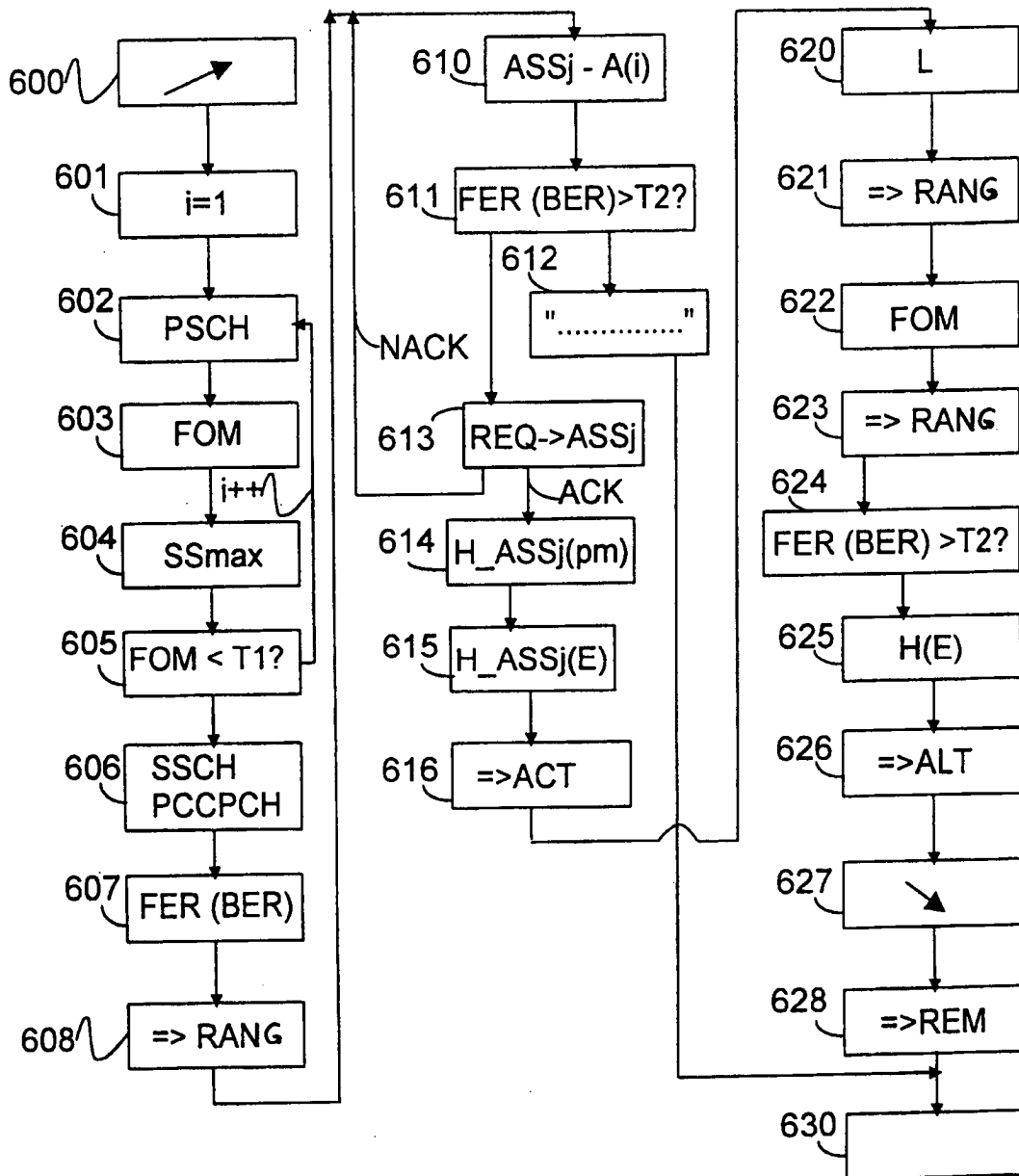


FIG.9

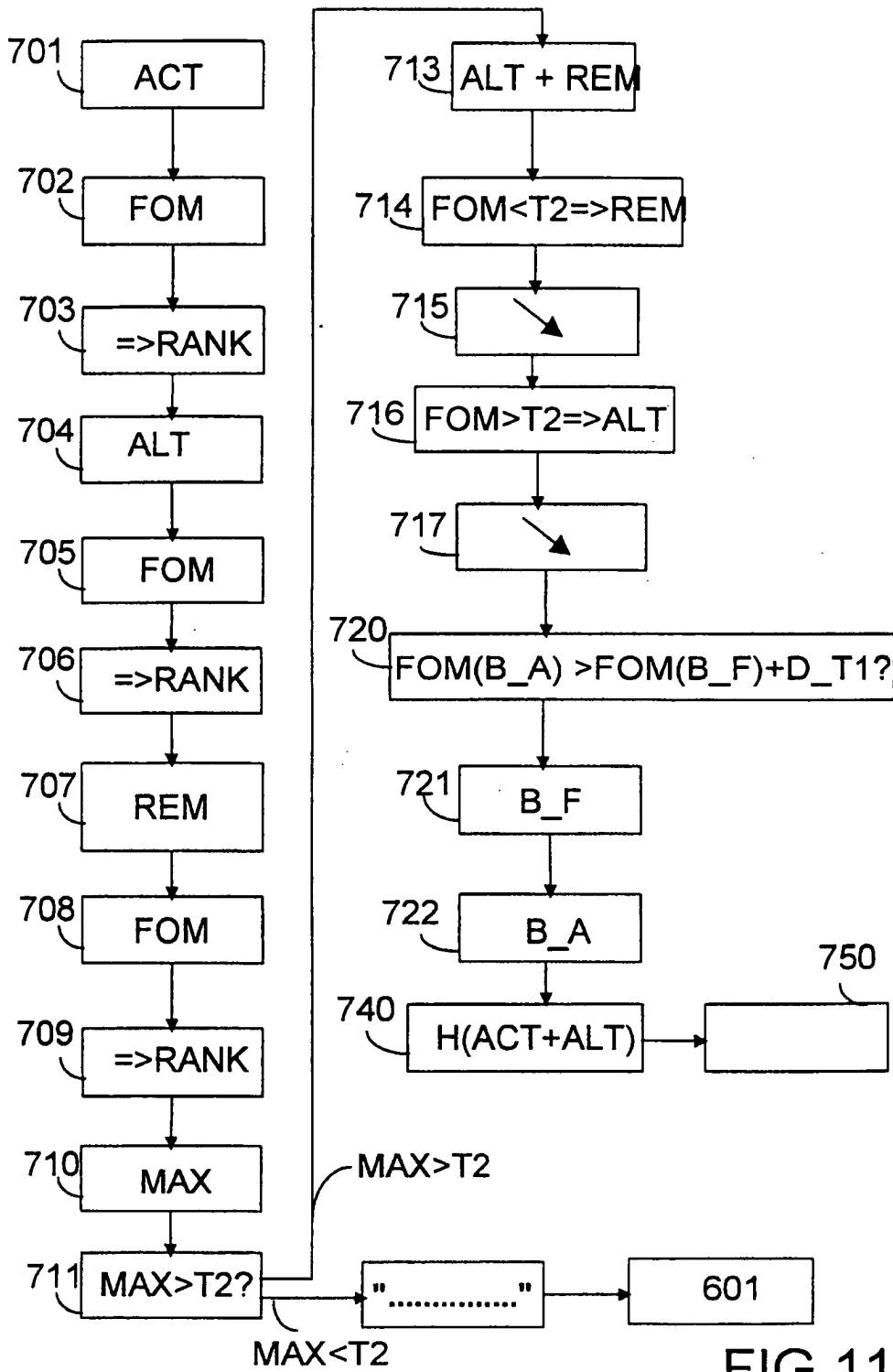


FIG. 11