



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 28 466 T2 2006.12.28**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 067 626 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 28 466.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 401 724.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **16.06.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.01.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.06.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.12.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H01Q 3/26 (2006.01)**

H01Q 3/32 (2006.01)

H04Q 7/36 (2006.01)

H01Q 1/24 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

343088 30.06.1999 US

(73) Patentinhaber:

**Radio Frequency Systems, Inc., Meriden, Conn.,
US**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte U. Knecht und Kollegen, 70435
Stuttgart**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(72) Erfinder:

**Singer, Andrew, Freehold, New Jersey 07728, US;
Drach, William, West Long Branch, NJ 07764, US**

(54) Bezeichnung: **Antennensystem mit Fernsteuerung der Antennenkeulenneigung**

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

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf Antennenkommunikationssysteme und im Besonderen auf ein Antennensystem mit Fernsteuerung der Antennenneigung.

[0002] Herkömmliche Kommunikationssysteme für Mobilfunk- und persönliche Kommunikationssysteme (PCSs) nutzen untereinander verbundene Kommunikationsnetze, damit die Netzteilnehmer miteinander kommunizieren können. PCS-Netze weisen eine Anzahl von Funkvermittlungsstellen ("MSCs" für "Mobile Switching Centers") auf, die die Netzteilnehmer (MSCs) mit privaten Selbstwähl-Telefonnetzen ("PSTNs" für "Private Switched Telephone Networks") (PSTNs) und anderen MSCs verbinden. Die MSCs sind verbunden mit und steuern eine Anzahl von Basisstationen. Die Basisstationen befinden sich in den Zellen des Netzes, um die Netzversorgung in dem Bereich bereitzustellen, der in der näheren Umgebung der Basisstation liegt. Die Basisstationen sind mit Antennen ausgerüstet, die die Kommunikation zwischen der Basisstation und den Mobilfunkteilnehmern oder PCS-Teilnehmern innerhalb der Zelle ermöglichen, in der die Basisstation ihren Standort hat. Die Basisstationen kommunizieren mit den MSCs, damit die PCS-Teilnehmer mit anderen PCS-Teilnehmern und PSTN-Teilnehmern kommunizieren können.

[0003] Die Optimierung der von den Basisstationen bereitgestellten Netzversorgung für die PCS-Teilnehmer stellt aufgrund der großen Anzahl von Parametern, die für einen erfolgreichen Netzbetrieb benötigt werden, eine sehr große Herausforderung dar. Die Positionierung der Basisstationen und ihrer dazugehörigen Antennen ist wichtig zur Überwindung von Problemen wie Kanalinterferenz, verursacht durch Überlastung von benachbarten Basisstationen, zusätzlich zu anderen Faktoren wie der Topologie, welche die Basisstation umgibt. Ein Verfahren, das zur Verringerung von Interferenz mit anderen Basisstationen in der Nähe angewendet wird, ist der Einsatz von abwärts geneigten Antennen. Abwärts geneigte Antennen helfen, das Problem der Überlappung von Zellenstandorten zu verringern, indem der vertikale Winkel der von der Antenne gesendeten Strahlung im Verhältnis zu dem von der Antenne versorgten Umgebungsbereich eingestellt wird. Indem die Antenne mit einer Abwärtsneigung positioniert wird, kann der Bereich, in den die Strahlung von der Antenne gestreut wird, verkleinert und damit die Interferenz mit anderen Basisstationen verringert werden. Die Antennen müssen jedoch sorgfältig positioniert werden, um die benötigte Funkversorgung bereitzustellen, während gleichzeitig eine Interferenz mit anderen Zellen oder Mikrozellen innerhalb des Netzes und benachbarten konkurrierenden Netzen vermieden werden muss. Leider können sich an den Basisstationen die Bedingungen, die sich auf die Funkversorgung auswirken, im Lauf der Zeit ändern, so dass ein Nachjustieren der Antennenposition oder der Abwärtsneigung erforderlich ist. Infolgedessen muss die Positionierung der Antennen regelmäßig nachjustiert werden.

[0004] Zum Beispiel können jahreszeitliche Wetter- und Temperaturschwankungen die mit den Antennen verbundenen Strahlungsdiagramme verändern. Eine Veränderung der Topologie aufgrund des Hinzufügens neuer Basisstationen, Gebäude usw. kann sich ebenfalls auf Interferenz, Strahlungsdiagramme und Funkversorgung im Zusammenhang mit den Basisstationen auswirken. Infolgedessen entsteht die Notwendigkeit, die Positionierung oder die Neigung der Antennen nachzujustieren.

[0005] Lösungen der ersten Generation verwendeten für die Einstellung der Abwärtsneigung der Antenne eine mechanische Vorrichtung. Diese Lösung erfordert jedoch, dass jedes Mal, wenn die Nachjustierung erforderlich war oder die Antenne mit einem neuen Neigungswinkel versehen werden muss, ein Techniker anreisen, auf den Turm steigen und jede Antenne physisch justieren muss. Dies ist insbesondere beim Einstellen eines neuen Systems teuer und zeitaufwändig, da normalerweise mehrere Nachjustierungen erforderlich sind, um die notwendige Systemoptimierung zu erzielen.

[0006] Lösungen der zweiten Generation sehen Antennen mit elektrischer Einstellung der Abwärtsneigung vor. Während es diese Lösung für den Techniker einfacher gemacht hat, die Antennen zu positionieren, erfordern Systeme der zweiten Generation immer noch, dass ein Techniker an den Standort reist und der Turm jedes Mal, wenn eine Antenne eine Nachjustierung erfordert, von einem Techniker bestiegen werden muss. Infolgedessen bleibt selbst bei einer elektrischen Positionierung der Antennen das Problem der benötigten Ausfallzeit des Systems für Justierungen und der mit der Entsendung eines Technikers an den Standort verbundenen Kosten bestehen.

[0007] Das Dokument Wo-A-96/14670 offenbart ein Antennensteuerungssystem, welches Antriebsvorrichtungen zum Einstellen von Phasenschiebern zur Veränderung der Antennenkeulenneigung umfasst. Ein einziges Steuergerät ist mit einer oder einer Vielzahl von Antennensensoren und Antennenantriebsvorrichtungen verbunden. Dieses Antennensteuergerät kann mit einem zentralen Steuergerät über eine Telefon- oder Funk-

verbindung verbunden werden. Das zentrale Steuergerät kann ein Personal Computer sein.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Es ist daher ein Ziel der Erfindung, die von Antennen in Funkkommunikationsnetzen bereitgestellte Funkversorgung zu verbessern.

[0009] Ein anderes Ziel der Erfindung besteht darin, ein automatisiertes Antennensystem bereitzustellen, das automatisch von einem entfernten Ort aus justiert werden kann.

[0010] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Antennensystem bereitzustellen, das dynamisch in Echtzeit justiert werden kann, um auf sich ändernde Bedingungen zu reagieren.

[0011] Noch ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, ein Antennensystem bereitzustellen, welches die Antennenposition überprüfen und Antennenelemente testen kann, um einen ordnungsgemäßen Betrieb sicherzustellen und alle mit der Antennenposition und dem Betrieb verbundenen Fehler zu erkennen.

[0012] Ein Ziel besteht auch darin, die mit der Optimierung und Wartung eines Netzes von Kommunikationsantennen verbundenen Kosten zu senken.

[0013] Die oben genannten Ziele werden durch die Implementierung eines Steuerungssystems erreicht, wie es in Anspruch 1 dargestellt ist, und durch die Verfahren, die in den Ansprüchen 24 und 28 dargestellt sind.

[0014] Nach einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die vorstehenden und weitere Ziele durch die Implementierung eines Antennensystems mit ferngesteuerter Einstellung der Abwärtsneigung erreicht. Gemäß der Erfindung wird ein Antennensteuerungssystem mit einer Antenne verbunden, um die Position der Antenne zu steuern. Das System umfasst einen mit der Antenne verbundenen Motor zum Justieren der Position oder des Neigungswinkels der Antenne. Für den Betrieb des Motors wird ein Antrieb vorgesehen. Außerdem wird ein Sensor zur Erkennung der Position der Antenne vorgesehen. Zusätzlich ist ein Antennensteuergerät mit einem Antennenspeicher, dem Antrieb und dem Sensor verbunden, um die erkannte Position der Antenne zu lesen und um den Antrieb so zu steuern, dass er die Antennenposition justiert. Ein Hauptsteuergerät ist mit dem Antennensteuergerät verbunden, um Befehle an das Antennensteuergerät zu senden und Daten von ihm zu lesen, zum Beispiel die Antennenposition. Auf diese Weise kann das Hauptsteuergerät eine Schnittstellenverbindung zu einer beliebigen Anzahl von Antennen an einer Basisstation herstellen und die Position jeder einzelnen Antenne steuern.

[0015] Nach einer beispielhaften Ausführungsform des Steuerungssystems ist auch eine Benutzerschnittstelle vorgesehen, um Befehle an das Hauptsteuergerät einzugeben und Daten aus ihm zu lesen. Die Schnittstelle kann an der Basisstation, am Turm oder an einem entfernten Ort zum Beispiel über ein Modem bereitgestellt werden. Nach einer Ausführungsform der Erfindung kann die Benutzerschnittstelle ein Laptop-Computer sein. Ein Benutzer oder Techniker kann dann Befehle eingeben und die Positionen der Antennen von einem entfernten Ort aus überwachen, um so eine Echtzeit-Justierung der Antennenposition zu ermöglichen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN:

[0016] Die vorstehenden und weitere Merkmale, Ziele und Vorteile der Erfindung werden beim Lesen der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen besser verständlich werden, auf denen:

[0017] [Fig. 1](#) ein Antennensteuerungssystem nach einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung darstellt;

[0018] [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm des Antennensteuergeräts nach einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung darstellt;

[0019] [Fig. 3](#) ein Blockdiagramm des Hauptsteuergerätsystems nach einer beispielhaften [Ausführungsform] der Erfindung darstellt;

[0020] [Fig. 4](#) ein Blockdiagramm eines Antennensteuerungssystems nach einer alternativen Ausführungsform der Erfindung darstellt;

[0021] [Fig. 5](#) ein Block[diagramm] eines Antennensteuerungssystems nach einer alternativen Ausführungsform der Erfindung darstellt;

[0022] [Fig. 6](#) ein Ablaufdiagramm ist, das die Implementierung der grafischen Benutzerschnittstelle mit dem Hauptsteuergerät nach einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung darstellt;

[0023] [Fig. 7A](#) und B Ablaufdiagramme sind, die den Betrieb und die Steuerung der Antennen nach einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung darstellen; und

[0024] [Fig. 8A](#) und B Ablaufdiagramme sind, die den Betrieb und die Steuerung der Antennen nach einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung darstellen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG:

[0025] Die verschiedenen Merkmale der Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben, auf denen gleiche Teile mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

Überblick über das System

[0026] In einem zellularen Kommunikationssystem ist ein von dem Netz versorgter Bereich in eine oder mehrere Zellen unterteilt. Jede Zelle ist mit einer oder mehreren Basisstationen ausgestattet, um die Funkversorgung der Zelle zu gewährleisten und mit den PCS-Teilnehmern in der Zelle zu kommunizieren. Die Basisstationen kommunizieren mit einem zentralen Steuergerät, zum Beispiel mit einer Funkvermittlungsstelle (MSC), das die Kommunikation zwischen der Basisstation und den Mobilfunkteilnehmern koordiniert. Zusätzlich dazu stellt die MSC die Verbindungen zu den PSTN-Netzen und zu anderen MSCs bereit, die andere Netze bedienen.

[0027] Jede Basisstation ist mit einer Anzahl von Antennen ausgestattet, die Nachrichten zu mit der Basisstation kommunizierenden PCS-Teilnehmern sendet und Nachrichten von ihnen empfängt. Typischerweise beträgt die Anzahl der Antennen pro Turm **6** bis **9**, obwohl ein Fachmann erkennen wird, dass je nach Bedarf eine beliebige Anzahl von Antennen eingesetzt werden kann, um eine optimale Funkversorgung an jedem beliebigen Standort bereitzustellen. In konventionellen Netzen bereitgestellte Antennen werden manuell, mechanisch oder elektronisch von einem Techniker an der Basisstation entsprechend den abgelesenen Werten positioniert, die von dem Techniker innerhalb der Zelle gemessen wurden.

[0028] Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) wird nun eine beispielhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Wie auf [Fig. 1](#) zu sehen ist, ist eine Anzahl von Antennen **10** vorgesehen. Die Antennen **10** können auf der Spitze eines Turms angebracht sein, der sich an der Basisstation befindet. Als Alternative kann eine Basisstation eine Anzahl von Türmen steuern, von denen jeder mit seinen eigenen Antennen ausgerüstet ist. Jeder Antenne **10** ist eine Motor-/Antriebs-Baugruppe **20** zum Justieren der Position oder der Abwärtsneigung der Antenne zugeordnet. Eine Anzahl von Steuergeräten **40** ist mit jeder der Motor-/Antriebs-Baugruppen **20** verbunden. Zusätzlich dazu sind die Steuergeräte **40** auch mit einem Sensor **30** verbunden, wodurch eine Rückkopplungsschleife zur Erkennung der Position der Antennen **10** gebildet wird. Ein Steuergerät **40** ist mit dem Hauptsteuergerät **50** verbunden, das am Fuß des Turms zum Beispiel in der Anlagensteuerzentrale bereitgestellt wird. Die übrigen Steuergeräte sind in Kaskade zusammengeschaltet, so dass sie ein einfaches Netzwerk von Steuergeräten bilden.

[0029] Jeder Turm in der Basisstation enthält eine Anzahl von Antennen, die genutzt werden, um die Kommunikation zu den Mobilfunkgeräten oder persönlichen Kommunikationssystemen ("PCS") innerhalb der Zelle der Basisstation bereitzustellen. In [Fig. 1](#) sind fünf Antennen vorgesehen; diese Zahl dient jedoch nur als Beispiel. Obwohl jedes Antennensteuergerät **40** so dargestellt ist, dass es einer einzelnen Antenne **10** zugeordnet ist, könnte ein Antennensteuergerät **40** darüber hinaus eine Vielzahl von Antennen steuern.

Antennensteuergerät

[0030] Nach einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung ist Antenne **10** eine phasengesteuerte Gruppenantenne mit abwärts geneigten Antennenkeulen. Wie zuvor beschrieben, wird zur Verringerung der Interferenz zwischen Basisstationen die vertikale Neigung der Antenne so gesteuert, dass sie für einen bestimmten Standort optimal ausgerichtet ist, wie dem Fachmann bekannt ist. Obwohl die hier beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen unter Bezugnahme auf abwärts geneigte Antennen gegeben werden, wird ein Fach-

mann zu würdigen wissen, dass auch die Justierung der Position von anderen Antennen gemäß der Erfindung durchgeführt werden könnte.

[0031] Bezugnehmend auf [Fig. 2](#) sind ein einzelnes Antennensteuergerät **40** und die Antenne **10** dargestellt. Nach dieser beispielhaften Ausführungsform wird ein Schrittmotor **201** verwendet, um ein Räderwerk von Phasenschiebern **12** über die Getriebewelle **11** anzutreiben. Die Phasenschieber **12** werden ihrerseits verwendet, um die von der Antenne **10** ausgesendete Strahlung zu steuern, wie dem Fachmann bekannt ist. Nach dieser Ausführungsform treibt ein Einchip-Schrittmotorantrieb **202** den Schrittmotor **11** an.

[0032] Das Antennensteuergerät **40** umfasst nach der in [Fig. 2](#) dargestellten beispielhaften Ausführungsform ein Mikroprozessor-Steuergerät **401** und den dazugehörigen Speicher **402**. Die elektronischen Einrichtungen, in denen das Steuergerät **40** untergebracht ist, können vergossen oder gekapselt werden, um die Einrichtungen vor Umwelteinflüssen zu schützen. Zusätzlich kann jedes der Steuergeräte **40** durch einen Stromstoß- und Blitzschutz (nicht dargestellt) geschützt werden, um die elektronischen Einrichtungen vor statischen Entladungen und Stromstößen durch Blitzeinschläge in der Nähe zu schützen, die einen Strom auf den Signalleitungen induzieren und dadurch das Antennensteuergerät **40** und die mit ihm verbundenen Einrichtungen beschädigen könnten.

[0033] Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist das Mikroprozessor-Steuergerät **401** ein PIC16C84 Mikrochip. Ein dazugehöriger EEPROM-Speicher **402** speichert eine Antennenadresse (Ant Address) und die aktuelle Abwärtsneigungsposition (Ant Location) der Antenne **10**. Ein Fachmann wird zu würdigen wissen, dass andere Speicher wie beispielsweise ein RAM ebenfalls verwendet werden könnten, ohne von der Erfindung abzuweichen. Ein Mikroprozessor-Steuergerät **401** sendet Befehlssignale an den Schrittmotorantrieb **202**, um den Schrittmotor **201** zu veranlassen, dass er das Räderwerk bewegt und dadurch das Strahlungsdiagramm der ihm zugeordneten Antenne **10** steuert. Das Mikroprozessor-Steuergerät **401** empfängt über die seriellen Kommunikationsleitungen **41** rundgesendete Mitteilungen. Jedes Mikroprozessor-Steuergerät überwacht die Kommunikationsleitungen **41** auf vom Hauptsteuergerät **50** rundgesendete Nachrichten, die an die einzelnen Steuergeräte **40** gerichtet sind. Zusätzlich empfängt das Mikroprozessor-Steuergerät **401** Antennenpositionensignale von einem Positionssensor **30**. Das Mikroprozessor-Steuergerät liest die Zahnradposition vom Sensor **30** und zeichnet die aktuelle Position im Speicher **402** auf.

Positionssensor

[0034] Der Sensor **30** ist in der Nähe der Phasenschieber **12** vorgesehen. Der Sensor **30** erkennt die Position der Phasenschieber **12** und überträgt die Positionen an das Mikroprozessor-Steuergerät **401**. Das Mikroprozessor-Steuergerät **401** schreibt die Positionsdaten der Antenne **10** in den Speicher **402**. Nach einer Ausführungsform ist der Sensor **30** ein Inkrementalencoder-Sensor, der jeden Schritt des Räderwerks erkennt. Als Alternative kann ein Absolutencoder verwendet werden, um die absolute Zahnradposition bezogen auf 360° zu messen.

[0035] Nach einer Ausführungsform der Erfindung kann ein optischer Sensor verwendet werden. Nach dieser beispielhaften Ausführungsform, die in [Fig. 2](#) dargestellt ist, befindet sich ein optisches Encoderrad **13** am Ende des Phasenräderwerks. Der optische Sensor **30** zählt schrittweise jede Bewegung des Encoderrads **13** und überträgt seinen ermittelten Wert an das Mikroprozessor-Steuergerät **401**. Als Alternative kann eine mechanische Bürste auf einem Verfolgungskontakt zur Erkennung der Position der Zahnräder **12** verwendet werden. Die Position des Verfolgungskontakts wird von dem Sensor **30** in ein digitales Signal konvertiert und an das Mikroprozessor-Steuergerät **401** übertragen. Ein Hall-Sensor mit elektromagnetischem Relais oder ein statischer elektromagnetischer Sensor könnten ebenfalls zur Erkennung der Position der Zahnräder **12** der Antennenposition verwendet werden.

[0036] Indem ein Sensor zur Bildung einer Rückkopplungsschleife verwendet wird, kann die Position jeder Antenne erkannt und überprüft werden, um sicherzustellen, dass der Motor die Antenne korrekt positioniert hat. Der Sensor stellt auch eine Vorrichtung zur Erkennung von Fehlern innerhalb des Systems bereit, indem unrichtige Einstellungen der Antennen identifiziert werden.

Hauptsteuergerät des Turms

[0037] Unter Bezugnahme auf die in [Fig. 3](#) dargestellte beispielhafte Ausführungsform kann das Hauptsteuergerät **50** im Geräteraum am Fuß des Turms in der Basisstation vorgesehen werden. Wie in der beispielhaften Ausführungsform von [Fig. 3](#) gezeigt, ist ein Mikroprozessor-Steuergerät **501** zur Steuerung der Antennensteu-

ergeräte **40** vorgesehen. Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird das Mikroprozessor-Steuergerät **501** unter Verwendung eines PIC16C84 Mikrochips implementiert. Das Mikroprozessor-Steuergerät **501** sendet die Befehle an die Antennensteuergeräte **40** über eine serielle Kommunikationsleitung **41**. Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Kommunikationsleitung **41** ein Koaxialkabel, das vom Hauptsteuergerät **50** den Turm hinauf bis zum ersten Antennensteuergerät **40** geführt wird. Die übrigen Antennensteuergeräte werden ebenfalls unter Verwendung eines Koaxialkabels in Kaskade geschaltet.

[0038] Das Mikroprozessor-Steuergerät **501** überträgt an jedes der Antennensteuergeräte **40** gerichtete Befehle. Die Antennensteuergeräte **40** überwachen die Kommunikationsleitung **41** auf Befehle. Wenn das Antennensteuergerät **40** einen an es gerichteten Befehl empfängt, liest das Steuergerät den Befehl und führt die entsprechende Funktion aus, wie weiter unten genauer erklärt wird. Das Hauptsteuergerät **501** empfängt ebenfalls Nachrichten von den Antennensteuergeräten **40** und speichert die entsprechenden aus den Daten gelesenen Nachrichten in seinem dazugehörigen Speicher **502**. Nach einer beispielhaften Ausführungsform kann der Speicher **502** ein EEPROM-Speicher sein, obwohl andere Speichertypen ebenfalls verwendet werden können.

[0039] Nach einer in [Fig. 4](#) dargestellten alternativen Ausführungsform kann ein paralleler Kommunikationsbus **43** genutzt werden, um das Hauptsteuergerät mit den Antennensteuergeräten **40** zu verbinden, wobei einzelne Verbindungen zu jedem Steuergerät verwendet werden. Eine solche Konfiguration würde jedoch zusätzlich zu dem größeren Overhead in Verbindung mit der Kommunikation zwischen Steuergeräten auch höhere Kosten bei den Geräten nach sich ziehen. Als Alternative könnte, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, das Hauptsteuergerät **50** mit den Antennensteuergeräten **40** kommunizieren, indem von einem dazugehörigen Sende-Empfangs-Gerät **55** rundgesendete Hochfrequenz- (HF-) Nachrichten genutzt werden. Die HF-Nachrichten würden von einem zu jedem Antennensteuergerät **40** gehörenden Sende-Empfangs-Gerät **45** empfangen. Dementsprechend könnte jedes Antennensteuergerät **40** durch Übertragen einer HF-Nachricht antworten, indem eine HF-Nachricht unter Nutzung des zu ihm gehörenden Sende-Empfangs-Gerätes **45** an das zum Hauptsteuergerät **50** gehörende Sende-Empfangs-Gerät **55** übertragen wird, wie dem Fachmann bekannt ist.

[0040] Die Kommunikation zwischen dem Hauptsteuergerät **50** und den Antennensteuergeräten **40** kann nach einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung unter Verwendung eines einfachen Paketprotokolls implementiert werden, das aus 8 Bit oder einem Byte besteht. Nach dieser beispielhaften Ausführungsform enthält das obere Halbbyte aus 4 Bit Befehle, die an das Antennensteuergerät gerichtet sind, und das untere Halbbyte aus 4 Bit würde die Adresse des Steuergeräts enthalten. Von den Antennensteuergeräten **40** gesendete Befehle würden Daten im oberen Halbbyte und die Adresse des Antennensteuergeräts **40** im unteren Halbbyte enthalten.

[0041] Das Hauptsteuergerät **50** umfasst auch eine Schnittstelle **503**, die die Kommunikation mit einem Computer mit einer grafischen Benutzeroberfläche **504** ermöglicht, der sich im Turm befindet, oder mit einem entfernten Computer **60** über eine Modemschnittstelle **505**. Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist die Schnittstelle **503** eine serielle RS232-Schnittstelle eines Sende-Empfangs-Gerätes. Zusätzlich dazu kann auch ein Stromstoß- oder Blitzschutz (nicht dargestellt) im Hauptsteuergerät **50** vorgesehen werden.

Steuerung der Antennenposition

[0042] Nun wird die Steuerung der Antennenpositionen beschrieben. Wenn das Hauptsteuergerät **50** die Position der Antennen **10** bestimmen will, sendet das Hauptsteuergerät **50** einen Befehl `Antenna_Check` über die Kommunikationsleitung **41** an das gewünschte Steuergerät. Das Antennensteuergerät **40** überwacht die Befehle auf der Kommunikationsleitung **41**, indem es die Pakete liest, die in dem seriellen Bitstrom rundgesendet werden. Nach dem Lesen des Pakets stellt das Antennensteuergerät **40** fest, ob die Paketadresse mit der Adresse des Steuergeräts `Ant_Address` übereinstimmt. Wenn keine Übereinstimmung vorliegt, setzt das Antennensteuergerät **40** die Überwachung nach weiteren Befehlen fort. Wenn die Adresse übereinstimmt, liest das Antennensteuergerät **40** anschließend den dazugehörigen Befehl `Antenna_Check` und liest die Antennenneigung aus seinem dazugehörigen Speicher **402**. Das Antennensteuergerät **40** bündelt danach die Antennenposition `Ant_Location` mit der Adresse des Antennensteuergeräts `Ant Address` und sendet die Nachricht an das Hauptsteuergerät **50**.

[0043] Damit das Hauptsteuergerät **50** die Antennenposition justieren kann, sendet das Hauptsteuergerät **50** einen an das gewünschte Antennensteuergerät **40** gerichteten Befehl `Change_Tilt` über die Kommunikationsleitung **41**. Das Antennensteuergerät **40** überwacht die Befehle auf der Kommunikationsleitung **41**, indem es die im seriellen Bitstrom rundgesendeten Pakete liest. Nach dem Lesen des Pakets stellt das Antennensteu-

ergerät **40** fest, ob die Paketadresse mit der Adresse des Antennensteuergeräts übereinstimmt. Wenn keine Übereinstimmung vorliegt, setzt das Antennensteuergerät **40** die Überwachung nach weiteren Befehlen fort. Wenn die Adresse mit der Adresse des Antennensteuergeräts **40** übereinstimmt, dann liest das Steuergerät **40** den dazugehörigen Befehl `Change_Tilt`. Das Mikroprozessor-Steuergerät **401** liest anschließend die Antennenposition aus seinem dazugehörigen Speicher **402**. Das Mikroprozessor-Steuergerät **401** bestimmt anschließend die Differenz zwischen der derzeitigen Position der Antenne und der nachjustierten Position. Es sendet anschließend einen Befehl an den Motorantrieb **202**, um die Abwärtsneigung der Antenne nachzujustieren. Nachdem der Motorantrieb **202** die Antenne nachjustiert hat, liest das Mikroprozessor-Steuergerät **401** die Antennenposition vom Sensor **30**. Das Mikroprozessor-Steuergerät schreibt anschließend die Position in seinen dazugehörigen Speicher **402**.

[0044] Wenn die Antennenposition mit der erwarteten Antennenposition übereinstimmt, sendet das Antennensteuergerät **40** die Position `Ant_Location`, gebündelt mit der Antennenadresse `Ant_Address`, an das Hauptsteuergerät. Wenn die Position jedoch nicht übereinstimmt, sendet das Antennensteuergerät **40** eine Nachricht `Send_Fault1` an das Hauptsteuergerät **50**, gebündelt mit der Antennenadresse `Ant Address`, wobei angegeben wird, dass das Antennensteuergerät **40** nicht in der Lage war, die gewünschte Position zu bestimmen. Wenn der Motorantrieb **202** nicht antwortet, sendet das Steuergerät zusätzlich eine Nachricht `Send_Fault2` an das Hauptsteuergerät **50**, gebündelt mit der Steuergerätadresse, wobei angegeben wird, dass der Antrieb/Motor **202** nicht antwortet. Auf diese Weise kann das Antennensteuergerät **40** das Hauptsteuergerät **50** warnen, wenn Probleme bei der Einstellung der Position auftreten, und das Hauptsteuergerät **50** kann feststellen, welches Problem vorliegt.

[0045] Zusätzlich kann das Hauptsteuergerät **50** die Antennensteuergeräte **40** abfragen, indem ein Befehl `Check_Address` gesendet wird. Jedes Antennensteuergerät würde darauf mit seiner Adresse als Nachricht antworten. Auf diese Weise kann das Hauptsteuergerät feststellen, ob Kommunikationsprobleme mit einem bestimmten Steuergerät oder der Kommunikationsleitung vorliegen, wie weiter unten genauer erklärt. Ein Fachmann wird zu würdigen wissen, dass diese Befehlsprotokolle und Verfahren nur als Beispiel dienen und dass andere Verfahren, Befehle und Nachrichten für die Kommunikation zwischen dem Hauptsteuergerät und den Antennensteuergeräten verwendet werden könnten, ohne von der Erfindung abzuweichen.

Benutzerschnittstelle

[0046] Die Benutzerschnittstellen **504** oder **60** können zur Steuerung der Position der Antennen durch einen Techniker oder andere Personen verwendet werden, indem das Hauptsteuergerät entsprechend bedient wird. Während der ersten Einrichtung des Systems würde ein Techniker zum Beispiel Passwörter für jede Basisstation, die Adressen für die Turmantennen, die Telefonnummer des Remote-Computers und die Steuergerät-ID eingeben, wie in [Fig. 6](#) dargestellt. Nachdem das System eingerichtet ist, kann der Benutzer anschließend die Abwärtsneigung jeder Antenne einstellen, die anschließend im Hauptsteuergerät gespeichert wird. Nach einer bevorzugten Ausführungsform kann der Remote-Computer **60** ein Laptop-Computer sein. Nach dieser Ausführungsform würde ein Benutzer die Modemschnittstelle **505** aufrufen, die dem gewünschten Turm oder der Basisstation zugeordnet ist. Der Benutzer würde anschließend über die Modemschnittstelle und die serielle Schnittstelle **503** mit dem Mikroprozessor-Steuergerät **501** verbunden. Sobald die Verbindung besteht, bauen das Mikroprozessor-Steuergerät **501** und der Computer **60** des Benutzers eine Kommunikation unter Verwendung von Handshake-Protokollen auf, wie dem Fachmann bekannt. Nachdem die Kommunikation aufgebaut ist, kann das Mikroprozessor-Steuergerät **501** Sicherheitsprüfungen ausführen, um die Identität des Benutzers festzustellen. Zum Beispiel könnte die Seriennummer des Mikroprozessor-Steuergerätes **501** vom Hauptsteuergerät gelesen und mit einer Benutzer-Seriennummer zur Identifizierung und Überprüfung des Benutzers verglichen werden.

[0047] Nachdem die Kommunikation aufgebaut wurde, kann der Benutzer über den Remote-Computer **60** die Antennenpositionen aus dem Speicher **502** des Steuergeräts lesen, damit sie auf der graphischen Benutzeroberfläche angezeigt werden. Um die Antennen zu positionieren, gibt der Benutzer die gewünschten Antennenpositionen über die grafische Benutzeroberfläche ein, welche die Befehle an das Haupt-Mikroprozessorsteuergerät **501** überträgt. Das Haupt-Mikroprozessorsteuergerät **501** würde anschließend die Position unter Verwendung des oben erklärten Befehlsprotokolls nachjustieren. Nach dem Nachjustieren oder Lesen der Antennenpositionen würde das Haupt-Mikroprozessorsteuergerät **501** zurück an den Benutzer **50** bestätigen, ob die Positionierung erfolgreich war. Das Haupt-Mikroprozessorsteuergerät **50** würde zum Beispiel antworten: "I set Antenna_N to tilt_T" (Ich habe Antenne N auf Neigung T eingestellt) oder "I could not set because of Fault_F" (Einstellung nicht möglich wegen Fehler F).

[0048] Der entfernte Benutzer könnte anschließend mit der Justierung anderer Antennenpositionen fortfahren, indem er neue Antennenpositionen eingibt. Infolgedessen könnten die Antennenpositionen einfach von einem Benutzer an einem von der Basisstation entfernten Ort gelesen und geändert werden. Zum Beispiel könnte nach den Ausführungsformen der Erfindung ein Techniker über ein Mobiltelefon oder einen Laptop-Computer auf die Basisstation zugreifen. Dies würde dem Techniker zum Beispiel die Möglichkeit geben, durch einen Versorgungsbereich zu fahren und Messungen der Strahlungsausbreitung von den einzelnen Antennen der Basisstationen vorzunehmen. Aufgrund der Messungen wäre der Techniker anschließend in der Lage, die Antenne so zu justieren, dass die von der Basisstation bereitgestellte Funkversorgung optimiert wird. Dies ist eine bedeutende Verbesserung gegenüber früheren Verfahren zum Justieren der Antennen von Basisstationen, insbesondere wenn neue Basisstationen hinzugefügt werden oder während Neukonfigurierungen des Systems, wenn normalerweise mehrere Justierungen notwendig sind, um die gewünschte optimale Funkversorgung herzustellen. Zusätzlich können mehrfache Antennenpositionen im Speicher in der Basisstation für einen bestimmten Zellenstandort gespeichert werden, um sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder abzurufen. Dies ermöglicht eine einfache Justierung zwischen Strahlungsdiagrammen.

[0049] Die entfernte Benutzerschnittstelle **60** ermöglicht auch, die Positionierung der Antenne zu testen. Wenn zum Beispiel das Hauptsteuergerät **50** Nachrichten an Antennensteuergeräte **40** sendet und keine Antwort empfängt, kann festgestellt werden, dass möglicherweise ein Problem mit dem Kommunikationskabel **41** vorliegt. Zusätzlich kann jedes der Antennensteuergeräte **40** abgefragt werden. Wenn ein Antennensteuergerät **40** nicht antwortet, dann wird festgestellt, dass ein Problem mit dem einzelnen Antennensteuergerät **40** vorliegt. Wenn sich schließlich die Antenne **10** verklemmt, kann das Antennensteuergerät **40** eine Nachricht an das Hauptsteuergerät **50** senden, in der angegeben wird, dass das Antennensteuergerät **40** einen Versuch zur Justierung der Position unternommen hat, dass sich das Räderwerk jedoch nicht bewegt hat oder der Motor nicht gestartet ist.

[0050] Sobald der Benutzer eine Schnittstellenverbindung zu einem bestimmten Zellenstandort hergestellt hat, kann der Benutzer anschließend eine Systemprüfung anfordern, eine Änderung der Neigungseinstellung für eine bestimmte Antenne anfordern oder eine Änderung der Neigungseinstellung an jeder einzelnen Antenne anfordern, die von einer geänderten Gruppe betroffen ist.

System-Check

[0051] Bezugnehmend auf die [Fig. 7A–B](#) wird nun die Durchführung einer Systemprüfung beschrieben. Bezugnehmend auf die in [Fig. 7A](#) dargestellte beispielhafte Ausführungsform stellt ein Benutzer eine Schnittstellenverbindung zu einem bestimmten Zellenstandort **701** her, zum Beispiel über eine Modemverbindung unter Verwendung eines Personal Computers oder eines Laptop-Computers. Sobald er mit dem Zellenstandort verbunden ist, kann der Benutzer mehrere verschiedene Funktionen ausführen. Eine mögliche Funktion besteht in der Anforderung einer Systemprüfung **703**, um die aktuelle Einstellung jeder Antenne abzurufen und sie mit früheren Einstellungen zu vergleichen. Um eine Systemprüfung durchzuführen, sendet die grafische Benutzeroberfläche **60** unter der Kontrolle des Benutzers einen Befehl zur Ausführung einer Systemprüfung an das Hauptsteuergerät **50**.

[0052] Nachdem eine Systemprüfung **703** angefordert wurde, sendet das Hauptsteuergerät **50** einen Befehl `Antenna_Check 705`, kombiniert mit der Adresse eines Antennensteuergeräts `Ant_Address`. Das Hauptsteuergerät **50** wartet anschließend auf eine Antwort von dem Antennensteuergerät **40** mit der angeforderten Einstellung **707**. Wenn das Antennensteuergerät **40** nicht antwortet, unternimmt das Hauptsteuergerät **50** mehrere weitere Versuche, die angeforderte Information zu bekommen, indem es den Befehl erneut an das Antennensteuergerät **40** sendet. Wenn das Antennensteuergerät **40** nach 3 Versuchen nicht antwortet **713**, hält das Hauptsteuergerät fest, welche Antennenadresse nicht geantwortet hat **722**.

[0053] Wenn das Antennensteuergerät **40** geantwortet hat, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob der Befehl vom Antennensteuergerät **40** verstanden wurde **709**. Wenn der Befehl vom Antennensteuergerät **40** nicht verstanden wurde, sendet das Hauptsteuergerät **50** den Befehl erneut, zum Beispiel bis zu drei Mal **719**. Wenn das Antennensteuergerät **40** nach 3 Versuchen nicht antwortet, hält das Hauptsteuergerät **50** fest, welches Antennensteuergerät **40** den Befehl nicht verstanden hat und welcher Befehl es war **720**.

[0054] Wenn das Antennensteuergerät **40** den Befehl erkennt, dann antwortet das Antennensteuergerät **40** mit der Position der Antenne `Ant_Location` und der Adresse der Antenne `Ant_Address`. Das Hauptsteuergerät **50** stellt danach fest, ob alle Antennen abgefragt wurden **715**. Wenn nicht, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob bei dem Versuch zum Lesen der Antennenposition ein Fehler aufgetreten ist **716**, zum Bei-

spiel, dass die Antenne nicht geantwortet hat oder den Befehl nicht erkannt hat. Wenn keine Fehler aufgetreten sind, fragt das Hauptsteuergerät **50** ab, ob der Benutzer noch weitere Adressen lesen möchte **718**. Wenn ja, könnte die Systemprüfung so konfiguriert werden, dass alle Antennenpositionen gelesen werden, und in diesem Fall würde sie automatisch die Position der nächsten Antenne anfordern. Wenn das Hauptsteuergerät **50** feststellt, dass ein Fehler aufgetreten ist, versucht das Hauptsteuergerät **50**, die Position der nächsten Antenne zu prüfen **705**, wie oben beschrieben.

[0055] Sobald alle Antennen **10** überprüft wurden oder wenn der Benutzer keine weiteren Antennen **10** prüfen möchte, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob eines der Antennensteuergeräte **40** nicht geantwortet hat **731**. Wenn eines der Antennensteuergeräte **40** nicht geantwortet hat, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob alle Antennensteuergeräte **40** nicht geantwortet haben **741** ([Fig. 7B](#)). Falls dies der Fall sein sollte, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, dass ein Systemfehler vorlag und dass die Kommunikation mit den Antennensteuergeräten nicht aufgebaut worden war **743**. Wenn jedoch nur bestimmte Antennensteuergeräte **40** nicht geantwortet haben, dann hält das Hauptsteuergerät **50** fest, welche dies sind, und meldet die von dem Problem betroffenen Steuergeräte **745**.

[0056] Wenn alle Antennensteuergeräte **40** antworten, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob eines der Antennensteuergeräte **40** den Befehl zum Melden der Position der Antenne nicht erkannt hat **733**. Falls dies der Fall sein sollte, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob alle Antennensteuergeräte **40** ihre Positionen nicht gemeldet haben **735**. Wenn sie es nicht getan haben, meldet das Hauptsteuergerät **50** an die grafische Benutzeroberfläche, dass ein Systemfehler vorgelegen hat und welcher Befehl nicht erkannt wurde **743**. Wenn nur bestimmte Antennensteuergeräte **40** den Befehl nicht verstanden haben, dann meldet das Hauptsteuergerät **50** an den Benutzer, welche Antennensteuergeräte **40** nicht in der Lage waren, die Befehle zu erkennen **737**.

Ändern der Neigungseinstellung

[0057] Bezugnehmend auf die [Fig. 8A–B](#) wird nun ein beispielhaftes Verfahren zur Durchführung einer Änderung der Neigungseinstellung beschrieben. Bezugnehmend auf die in [Fig. 8A](#) dargestellte beispielhafte Ausführungsform stellt ein Benutzer, wie zuvor beschrieben, eine Schnittstellenverbindung zu einem bestimmten Zellenstandort her **801**, zum Beispiel über eine Modemverbindung unter Verwendung eines Personal Computers oder eines Laptop-Computers. Um eine Änderung der Neigungseinstellung durchzuführen, sendet die grafische Benutzeroberfläche **60** unter der Kontrolle des Benutzers einen Befehl zur Ausführung einer Änderung der Neigungseinstellung an das Hauptsteuergerät **50**.

[0058] Nachdem eine Änderung der Neigungseinstellung **803** angefordert wurde, sendet das Hauptsteuergerät **50** einen Befehl `Change_Tilt` **805**, kombiniert mit der Adresse eines Antennensteuergeräts `Ant_Address`. Das Hauptsteuergerät **50** wartet anschließend auf eine Antwort vom Antennensteuergerät **40** über die Einstellung **807**.

[0059] Wenn das Antennensteuergerät **40** den Befehl erkennt, dann antwortet das Antennensteuergerät **40** mit der neuen Position der Antenne `Ant_Location` und der Adresse der Antenne `Ant_Address`. Wenn ein Problem vorgelegen hat und das Antennensteuergerät **40** nicht zur Positionierung der Antenne in der Lage war, sendet das Antennensteuergerät **40** wie zuvor beschrieben eine Fehlermeldung an das Hauptsteuergerät **50**.

[0060] Wenn das Antennensteuergerät **40** nicht antwortet, unternimmt das Hauptsteuergerät **50** mehrere weitere Versuche, die Neigung der Antenne zu justieren, indem der Befehl erneut an das Antennensteuergerät **40** gesendet wird. Wenn das Antennensteuergerät **40** nach 3 Versuchen nicht antwortet **813**, hält das Hauptsteuergerät fest, welche Antennenadresse nicht geantwortet hat **822**.

[0061] Wenn das Antennensteuergerät **40** geantwortet hatte, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob der Befehl vom Antennensteuergerät **40** verstanden wurde **809**. Wenn der Befehl vom Antennensteuergerät **40** nicht verstanden wurde, sendet das Hauptsteuergerät **50** den Befehl beispielsweise bis zu drei Mal erneut **819**. Wenn das Antennensteuergerät **40** nach 3 Versuchen nicht antwortet, hält das Hauptsteuergerät **50** fest, welches Antennensteuergerät **40** den Befehl nicht verstanden hat und welcher Befehl es war **820**.

[0062] Das Hauptsteuergerät **50** stellt anschließend fest, ob alle Antennen geändert wurden **815**. Wenn nicht, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob bei dem Versuch zur Änderung der Antennenposition ein Fehler aufgetreten ist **816**, zum Beispiel, dass das Antennensteuergerät **40** nicht geantwortet hat oder den Befehl nicht erkannt hat. Wenn keine Fehler aufgetreten sind, fragt das Hauptsteuergerät **50** ab, ob der Benutzer

noch weitere Adressen ändern möchte **818**. Wenn das Hauptsteuergerät **50** nicht feststellt, dass ein Fehler aufgetreten ist, versucht das Hauptsteuergerät **50**, einen Befehl mit einem weiteren Antennensteuergerät **805** auszuführen.

[0063] Sobald alle Antennen **10** geändert wurden, oder wenn der Benutzer die Position keiner weiteren Antenne ändern möchte, dann stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob eines der Antennensteuergeräte **40** nicht geantwortet hat **831**.

[0064] Wenn eines der Antennensteuergeräte **40** nicht geantwortet hat, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob alle Antennensteuergeräte **40** nicht geantwortet haben **841**. Falls dies der Fall sein sollte, stellt das Hauptsteuergerät **50** fest, dass ein Systemfehler aufgetreten ist und dass die Kommunikation mit den Antennensteuergeräten nicht aufgebaut wurde **843**. Wenn jedoch nur bestimmte Antennensteuergeräte **40** nicht geantwortet haben, dann hält das Hauptsteuergerät **50** fest, welche dies waren, und meldet die von dem Problem betroffenen Steuergeräte **845**.

[0065] Wenn alle Antennensteuergeräte **40** geantwortet haben, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob eines der Antennensteuergeräte **40** den Befehl zur Änderung der Position der Antenne nicht erkannt hat **833**. Falls dies der Fall sein sollte, stellt das Hauptsteuergerät **50** anschließend fest, ob alle Antennensteuergeräte **40** nicht in der Lage waren, die Befehle zu erkennen **835**. Wenn sie sie nicht erkannt haben, meldet das Hauptsteuergerät **50** an die grafische Benutzeroberfläche, dass ein Systemfehler aufgetreten ist und welche Befehle nicht erkannt wurden **843**. Wenn nur bestimmte Antennensteuergeräte **40** den Befehl nicht verstanden haben, dann meldet das Hauptsteuergerät **50** an den Benutzer, welche Antennensteuergeräte **40** nicht zur Erkennung der Befehle in der Lage waren **837**. Wenn im Zusammenhang mit den Antennensteuergeräten **40** Fehler vorgelegen haben, meldet das Hauptsteuergerät **50**, welche Fehler aufgetreten sind.

[0066] Die vorliegende Erfindung ist in Form eines Beispiels beschrieben worden, und Änderungen und Varianten der beispielhaften Ausführungsformen werden sich den Fachleuten auf diesem Gebiet anbieten, ohne vom Geist der Erfindung abzuweichen. Die bevorzugten Ausführungsformen dienen lediglich der Veranschaulichung und sollten in keiner Weise als einschränkend betrachtet werden. Der Gültigkeitsbereich der Erfindung ist anhand der beigefügten Ansprüche statt anhand der vorstehenden Beschreibung zu ermitteln, und alle Varianten und gleichwertigen Entsprechungen, die innerhalb des Bereichs der Ansprüche fallen, gelten als darin enthalten.

Legende zu den Zeichnungen

Figur 1:

ANTENNA	Antenne
M/D	Motorantrieb
S	Sensor
MICRO CONTROLLER	Mikroprozessor-Steuergerät
MAIN CONTROLLER	Hauptsteuergerät
REMOTE COMPUTER W/GUI	Remote-Computer mit grafischer Benutzeroberfläche

Figur 2:

ANTENNA	Antenne
STEPPER MOTOR	Schrittmotor
POSITION SENSOR	Positionssensor
MOTOR DRIVER	Motorantrieb
MOTOR/DRIVER	Motor/Antrieb
MICRO-CONTROLLER	Mikroprozessor-Steuergerät
MEMORY	Speicher

Figur 3:

MICRO-CONTROLLER	Mikroprozessor-Steuergerät
INTERFACE	Schnittstelle
MODEM / INTERFACE	Modem / Schnittstelle
MEMORY	Speicher
COMPUTER / GUI	Computer / grafische Benutzeroberfläche
MAIN CONTROLLER	Hauptsteuergerät

Figur 4:

ANTENNA	Antenne
M/D	Motorantrieb
S	Sensor
MICRO CONTROLLER	Mikroprozessor-Steuergerät
MAIN CONTROLLER	Hauptsteuergerät
REMOTE COMPUTER W/GUI	Remote-Computer mit grafischer Benutzeroberfläche

Figur 5:

ANTENNA	Antenne
M/D	Motorantrieb
S	Sensor
MICRO CONTROLLER	Mikroprozessor-Steuergerät
RF TRANSCEIVER	HF-Sende-Empfangs-Gerät
MAIN CONTROLLER	Hauptsteuergerät

Figur 6:

START GUI	Starten der grafischen Benutzeroberfläche
SECURITY CHECK	Sicherheitsprüfung
CONFIGURE SYSTEM	Konfigurieren des Systems
ADD / REMOVE CELL SITE	Hinzufügen / Entfernen eines Zellenstandorts
NORMAL OPERATION	Normaler Betrieb

Figur 7A:

"NO"	Nein
"YES"	Ja
Ziffer 701	Herstellen der Schnittstellenverbindung zum Zellenstandort
Ziffer 703	Anfordern der Neigungseinstellung bei spezifischer Antenne
Ziffer 705	Hauptsteuergerät fordert Antennenposition an
Ziffer 712	Zurücksenden der Antennenposition
Ziffer 707	Hat Antenne geantwortet?
Ziffer 713	Anzahl der Versuche = 3?
Ziffer 719	Anzahl der Versuche = 3?
Ziffer 709	Hat Antenne Befehl erkannt?
Ziffer 720	Hauptsteuergerät hält fest, welche Antenne nicht verstanden hat
Ziffer 722	Hauptsteuergerät hält fest, welche Antenne nicht geantwortet hat
Ziffer 715	Wurden alle Antennen geprüft
Ziffer 716	Gab es einen Fehler beim Anfordern einer Position?
Ziffer 718	Weitere Antennenposition prüfen?

Figur 7B:

"NO"	Nein
"YES"	Ja
Ziffer 731	Hat ein Antennensteuergerät nicht geantwortet?
Ziffer 733	Hat eines der Antennensteuergeräte den Befehl nicht erkannt?
Ziffer 735	Haben alle Antennensteuergeräte den Befehl nicht erkannt?
Ziffer 737	Melden, welche Antennensteuergeräte den Befehl nicht erkannt haben
Ziffer 741	Haben alle Antennensteuergeräte nicht geantwortet?
Ziffer 743	Melden eines Systemfehlers
Ziffer 745	Melden, welche Antennensteuergeräte nicht geantwortet haben
"END"	Ende

Figur 8A:

"NO"	Nein
"YES"	Ja
Ziffer 801	Herstellen der Schnittstellenverbindung zum Zellenstandort
Ziffer 803	Anfordern der Neigungseinstellung bei spezifischer Antenne
Ziffer 805	Hauptsteuergerät fordert Antennenposition an
Ziffer 812	Zurücksenden der Antennenposition
Ziffer 807	Hat Antenne geantwortet?
Ziffer 813	Anzahl der Versuche = 3?
Ziffer 819	Anzahl der Versuche = 3?
Ziffer 809	Hat Antenne Befehl erkannt?
Ziffer 820	Hauptsteuergerät hält fest, welche Antenne nicht verstanden hat
Ziffer 822	Hauptsteuergerät hält fest, welche Antenne nicht geantwortet hat
Ziffer 815	Wurden alle Antennen geprüft
Ziffer 816	Gab es einen Fehler beim Ändern einer Position?
Ziffer 818	Weitere Antennenposition ändern?

Figur 8B:

"NO"	Nein
"YES"	Ja
Ziffer 831	Hat ein Antennensteuergerät nicht geantwortet?
Ziffer 833	Hat eines der Antennensteuergeräte den Befehl nicht erkannt?
Ziffer 835	Haben alle Antennensteuergeräte den Befehl nicht erkannt?
Ziffer 837	Melden, welche Antennensteuergeräte den Befehl nicht erkannt haben
Ziffer 841	Haben alle Antennensteuergeräte nicht geantwortet?
Ziffer 843	Melden eines Systemfehlers
Ziffer 845	Melden, welche Antennensteuergeräte nicht geantwortet haben
"END"	Ende

Patentansprüche

1. Antennensteuerungssystem zum Steuern einer Vielzahl von Antennen (10), umfassend: eine Vielzahl von Sensoren (30), davon jeder zum Erkennen der Positionen einer jeweiligen der Antennen; eine Vielzahl von Antennensteuergeräten (40), von denen jedes mit entsprechenden Sensoren aus der Vielzahl von Sensoren kommuniziert, um eine Position der zugehörigen Antenne (10) zu steuern; ein Hauptsteuergerät (50), das mit den Antennensteuergeräten (40) kommuniziert, um die Antennensteuergeräte zu steuern; und eine Benutzerschnittstelle (60), die mit dem Hauptsteuergerät kommuniziert, um das Hauptsteuergerät zu bedienen, wobei die Benutzerschnittstelle eine entfernte Schnittstelle ist, die Daten zur Bedienung des Haupt-

steuergeräts sendet und empfängt.

2. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 1, bei dem die gesendeten Daten die Antennenpositionsdaten sind, welche das Hauptsteuergerät so steuern, dass mindestens eine der Antennen in eine angegebene Position gebracht wird.

3. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend eine serielle Schnittstelle, welche das Hauptsteuergerät (**50**) und die Antennensteuergeräte (**40**) verbindet.

4. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend eine parallele Schnittstelle, welche das Hauptsteuergerät (**50**) mit jedem der Antennensteuergeräte (**40**) verbindet.

5. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle, aufweisend eine Vielzahl von Sende-Empfangs-Geräten (**45**), die einzeln mit den jeweiligen Antennensteuergeräten (**40**) aus der Vielzahl der Antennensteuergeräte verbunden sind, und ein Sende-Empfangs-Gerät (**55**), das mit dem Hauptsteuergerät (**50**) verbunden ist, um die Kommunikation zwischen der Vielzahl von Antennensteuergeräten und dem Hauptsteuergerät bereitzustellen.

6. Antennensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner umfassend eine Vielzahl von Antennensteuergerätspeichern (**402**), wobei jeder Antennensteuergerätspeicher jeweils mit jedem aus der Vielzahl der Antennensteuergeräte (**40**) verbunden ist, um mindestens eine aus den Antennenadressen und die Position dieser Antenne zu speichern.

7. Antennensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ferner umfassend einen mit dem Hauptsteuergerät (**50**) verbundenen Hauptsteuergerätspeicher (**502**), um mindestens eine aus den Antennenadressen und die Position dieser Antenne zu speichern.

8. Antennensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner umfassend eine Vielzahl von Motorantriebsbaugruppen (**20**), um die Antennenpositionen zu justieren, wobei jede aus der Vielzahl der Motorantriebsbaugruppen jeweils von einem aus der Vielzahl der Antennensteuergeräte (**40**) gesteuert wird.

9. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 8, ferner umfassend:
eine Vielzahl von Motoren (**201**), jeder zum Justieren der Position der dazugehörigen Antennen (**10**); und
einen mit jedem aus der Vielzahl der Motoren verbundenen Antrieb (**202**), um diese Vielzahl von Motoren anzutreiben.

10. Antennensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 9, bei dem die Motorantriebsbaugruppen ein Räderwerk von Phasenschiebern umfassen, um die von den Antennen ausgesendete Strahlung zu steuern; einen Schrittmotor (**201**), um das Räderwerk von Phasenschiebern anzutreiben; eine zwischen dem Räderwerk und dem Schrittmotor angeordnete Getriebewelle und einen Schrittmotorantrieb (**202**), um die Energie für den Schrittmotor bereitzustellen.

11. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 10, bei dem jeder aus der Vielzahl der Sensoren (**30**) ein Inkrementalencoder-Sensor ist, der jeden Schritt des Räderwerks erkennt.

12. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 10, bei dem das Räderwerk von Phasenschiebern ein optisches Encoderrad an einem Ende des Räderwerks aufweist und bei dem jeder aus der Vielzahl der Sensoren (**30**) ein optischer Sensor ist, der Bewegungen des optischen Encoderrades schrittweise zählt.

13. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 10, bei dem jeder aus der Vielzahl der Sensoren (**30**) eine mechanische Bürste umfasst, wobei das Räderwerk ein Zahnrad mit einem auf diesem Zahnrad angeordneten Verfolgungskontakt aufweist und wobei die mechanische Bürste die Antennenposition entsprechend dem Verfolgungskontakt erkennt.

14. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 10, bei dem jeder aus der Vielzahl der Sensoren (**30**) einen Hall-Sensor mit elektromagnetischem Relais umfasst, um eine Position eines Zahnrades auf dem Räderwerk zu erkennen.

15. Antennensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem Daten zwischen dem Hauptsteuergerät (**50**) und der Vielzahl von Steuergeräten (**40**) unter Verwendung eines Paketprotokolls übermittelt

werden, wobei das Paket eine Antennenadresse und Daten enthält.

16. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 15, bei dem die Daten aus einem Befehl bestehen, der eines der Antennensteuergeräte (**40**) auffordert, die Position der Antenne zu ändern und die Antennenpositionen zu melden.

17. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 15 oder 16, bei dem die Daten einen Fehler[code] enthalten, der angibt, dass eines der Antennensteuergeräte (**40**) nicht in der Lage war, die Position einer ihm zugeordneten aus den Antennen zu ändern.

18. Antennensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei dem sich die Vielzahl von Antennen (**10**) auf einem Turm befindet, wobei einer aus der Vielzahl von Sensoren (**30**) jeweils einer aus der Vielzahl der Antennen zugeordnet ist und die Vielzahl der Antennensteuergeräte mit jeweils einem aus der Vielzahl der Sensoren (**30**) verbunden ist.

19. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 18, bei dem sich das Hauptsteuergerät (**50**) an einem von der Vielzahl der Antennensteuergeräte entfernten Ort befindet.

20. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 18 oder 19, bei dem sich das Hauptsteuergerät (**50**) an einem von dem Turm entfernten Ort befindet.

21. Antennensteuerungssystem nach Anspruch 18 oder 19, bei dem sich das Hauptsteuergerät an einem Fuß des Turms befindet.

22. Antennensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 21, bei dem die entfernte Benutzerschnittstelle (**60**) und das Hauptsteuergerät (**50**) über eine drahtlose Schnittstelle kommunizieren.

23. Antennensteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 22, bei dem die entfernte Benutzerschnittstelle (**60**) und das Hauptsteuergerät (**50**) über eine Telefonleitung kommunizieren.

24. Verfahren zur Durchführung einer Systemprüfung an einem Steuerungssystem für geeignete Antennen, aufweisend ein Hauptsteuergerät (**50**), eine Vielzahl von Antennensteuergeräten (**40**) und eine Benutzerschnittstelle (**60**), wobei das Verfahren umfasst:

- (A) Anfordern einer Systemprüfung durch einen Benutzer über die Benutzerschnittstelle;
- (B) Senden eines Antennenprüfbefehls vom Hauptsteuergerät an ein angesprochenes aus der Vielzahl der Antennensteuergeräte;
- (C) Zurücksenden einer Antennenposition von dem angesprochenen Antennensteuergerät an das Hauptsteuergerät; und
- (D) Feststellen, ob das angesprochene Antennensteuergerät geantwortet hat.

25. Verfahren zur Durchführung einer Systemprüfung nach Anspruch 24, ferner umfassend:

- (E) wenn das angesprochene Antennensteuergerät nicht geantwortet hat, dann
 - (i) Wiederholen der Schritte (A)–(D) für das angesprochene Antennensteuergerät eine festgelegte Anzahl von Malen, und
 - (ii) Aufzeichnen, dass das angesprochene Antennensteuergerät nicht geantwortet hat, wenn die festgelegte Anzahl von Malen erreicht ist; und
- (F) wenn das angesprochene Antennensteuergerät geantwortet hat, dann
 - (i) Feststellen, ob das angesprochene Antennensteuergerät den Antennenprüfbefehl verstanden hat;
 - (1) wenn das angesprochene Antennensteuergerät den Befehl nicht verstanden hat, dann Wiederholen der Schritte (B)–(F) eine zuvor festgelegte Anzahl von Malen und Aufzeichnen, dass das angesprochene Antennensteuergerät nicht verstanden hat, wenn die zuvor festgelegte Anzahl von Malen erreicht ist; sonst
 - (2) wenn das angesprochene Antennensteuergerät den Befehl verstanden hat, weiter mit Schritt (G); und
 - (G) Feststellen, ob alle Antennensteuergeräte abgefragt wurden.

26. Verfahren nach Anspruch 24, ferner umfassend: (H) Wiederholen der Schritte (B)–(G) für alle aus der Vielzahl der Antennensteuergeräte.

27. Verfahren nach Anspruch 24, ferner umfassend: (H) Fragen des Benutzers, ob weitere Adressen von Antennensteuergeräten geprüft werden sollen, und (I) Wiederholen der Schritte (B)–(G) für jede Antennensteuergerätsadresse, bei der der Benutzer eine Systemprüfung durchzuführen wünscht.

28. Verfahren nach Anspruch 25, ferner umfassend:

- (I) Bestimmen, ob eines aus der Vielzahl der Antennensteuergeräte nicht geantwortet hat oder den Antennenprüfbefehl nicht erkannt hat; und
- (i) wenn alle Antennensteuergeräte entweder nicht geantwortet haben oder den Antennenprüfbefehl nicht erkannt haben, dann Melden eines Systemfehlers an den Benutzer; sonst
- (ii) wenn eines der Antennensteuergeräte entweder nicht geantwortet hat oder den Antennenprüfbefehl nicht erkannt hat, dann Melden an den Benutzer, welche Antennensteuergeräte nicht geantwortet haben oder den Antennenprüfbefehl nicht erkannt haben.

29. Verfahren zur Durchführung einer Änderung der Neigungseinstellung an einem Antennensystem, welches ein Hauptsteuergerät (**50**), eine Vielzahl von Antennensteuergeräten (**40**), eine Vielzahl von Antennen mit Abwärtsneigung (**10**) umfasst, wobei jede einem aus der Vielzahl von Antennensteuergeräten zugeordnet ist und eine Benutzerschnittstelle (**60**) aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

- (A) Senden eines Befehls zur Änderung der Neigungseinstellung, der von einem Benutzer ausgewählt wird, von der Benutzerschnittstelle an das Hauptsteuergerät; und
- (B) Senden eines Befehls zur Änderung der Neigungseinstellung, kombiniert mit der Adresse eines Antennensteuergeräts, von dem Hauptsteuergerät an ein angesprochenes Antennensteuergerät aus der Vielzahl der Antennensteuergeräte.

30. Verfahren zur Durchführung einer Änderung der Neigungseinstellung nach Anspruch 28, ferner umfassend:

- (C) wenn das angesprochene Antennensteuergerät den Befehl zur Änderung der Neigungseinstellung erkennt, dann
- (i) wenn das angesprochene Antennensteuergerät in der Lage war, die zugehörige Antenne mit Abwärtsneigung zu positionieren, Senden eines neuen Antennenpositionslagesignals an das Hauptsteuergerät, um die neue Position der zugehörigen Antenne mit Abwärtsneigung anzugeben; sonst
- (ii) wenn das angesprochene Antennensteuergerät nicht in der Lage war, die zugehörige Antenne mit Abwärtsneigung zu positionieren, Senden einer Fehlermeldung an das Hauptsteuergerät; oder
- (D) wenn das angesprochene Antennensteuergerät den Befehl zur Änderung der Neigungseinstellung nicht erkennt oder nicht antwortet, Wiederholen der Schritte v(B)–(D) eine zuvor festgelegte Anzahl von Malen und Aufzeichnen, welche Antennenadresse den Befehl zur Änderung der Neigungseinstellung nicht erkannt oder nicht geantwortet hat, wenn die zuvor festgelegte Anzahl von Malen erreicht ist.

31. Verfahren nach Anspruch 29, ferner umfassend: (E) Wiederholen der Schritte (A)–(D) für eine Vielzahl vom Benutzer ausgewählter Änderungen der Neigungseinstellungen von Antennen.

32. Verfahren nach Anspruch 30, ferner umfassend:

- (F) Feststellen, ob eines aus der Vielzahl der Antennensteuergeräte nicht geantwortet oder den Befehl zur Änderung der Neigungseinstellung nicht erkannt hat; und
- (i) wenn alle angesprochenen Antennensteuergeräte entweder nicht geantwortet haben oder den Befehl zur Änderung der Neigungseinstellung nicht erkannt haben, dann Melden eines Systemfehlers an den Benutzer; sonst
- (ii) wenn eines der Antennensteuergeräte entweder nicht geantwortet hat oder den Befehl zur Änderung der Neigungseinstellung nicht erkannt hat, dann Melden an den Benutzer, welche Antennensteuergeräte nicht geantwortet haben oder den Befehl zur Änderung der Neigungseinstellung nicht erkannt haben.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

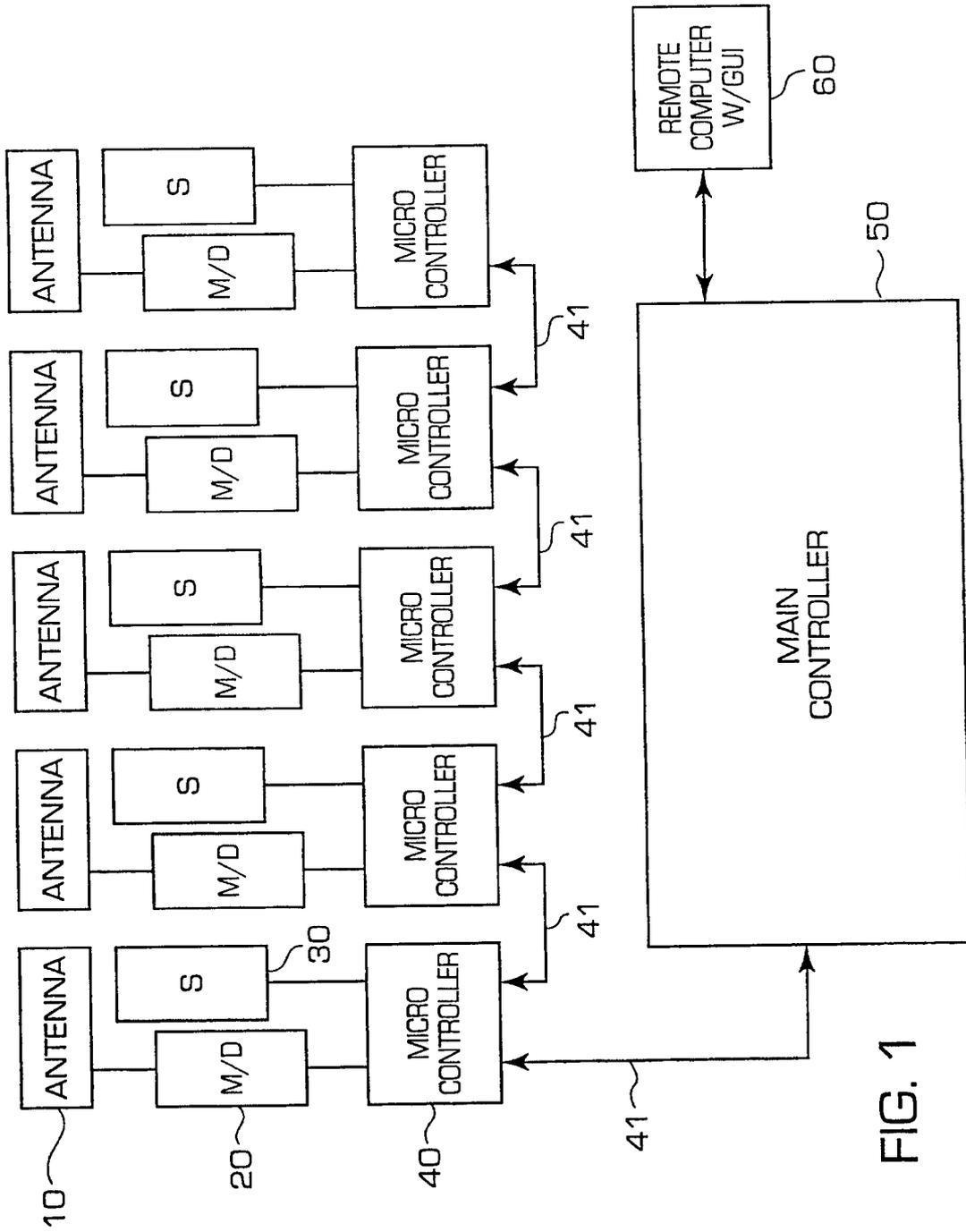


FIG. 1

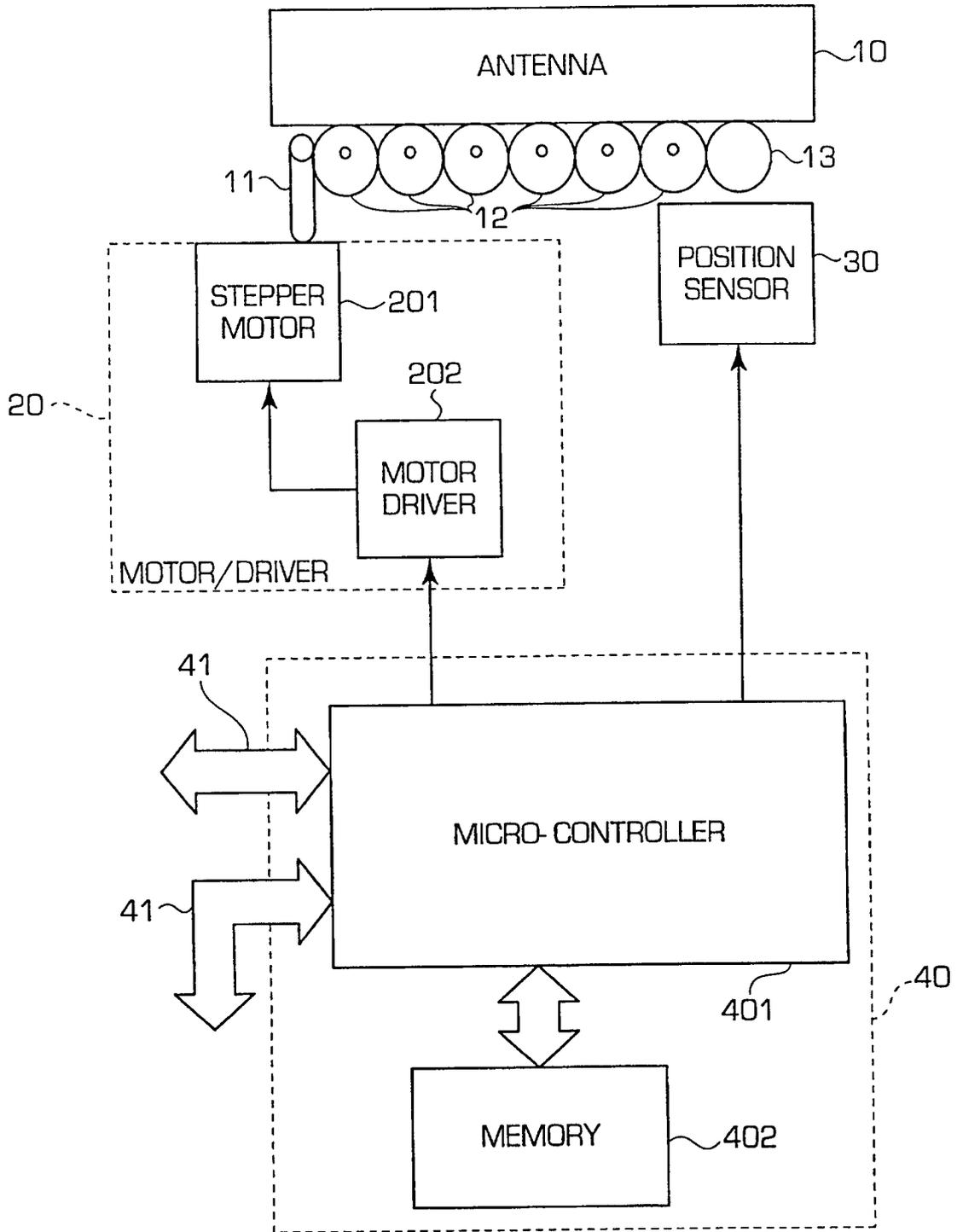
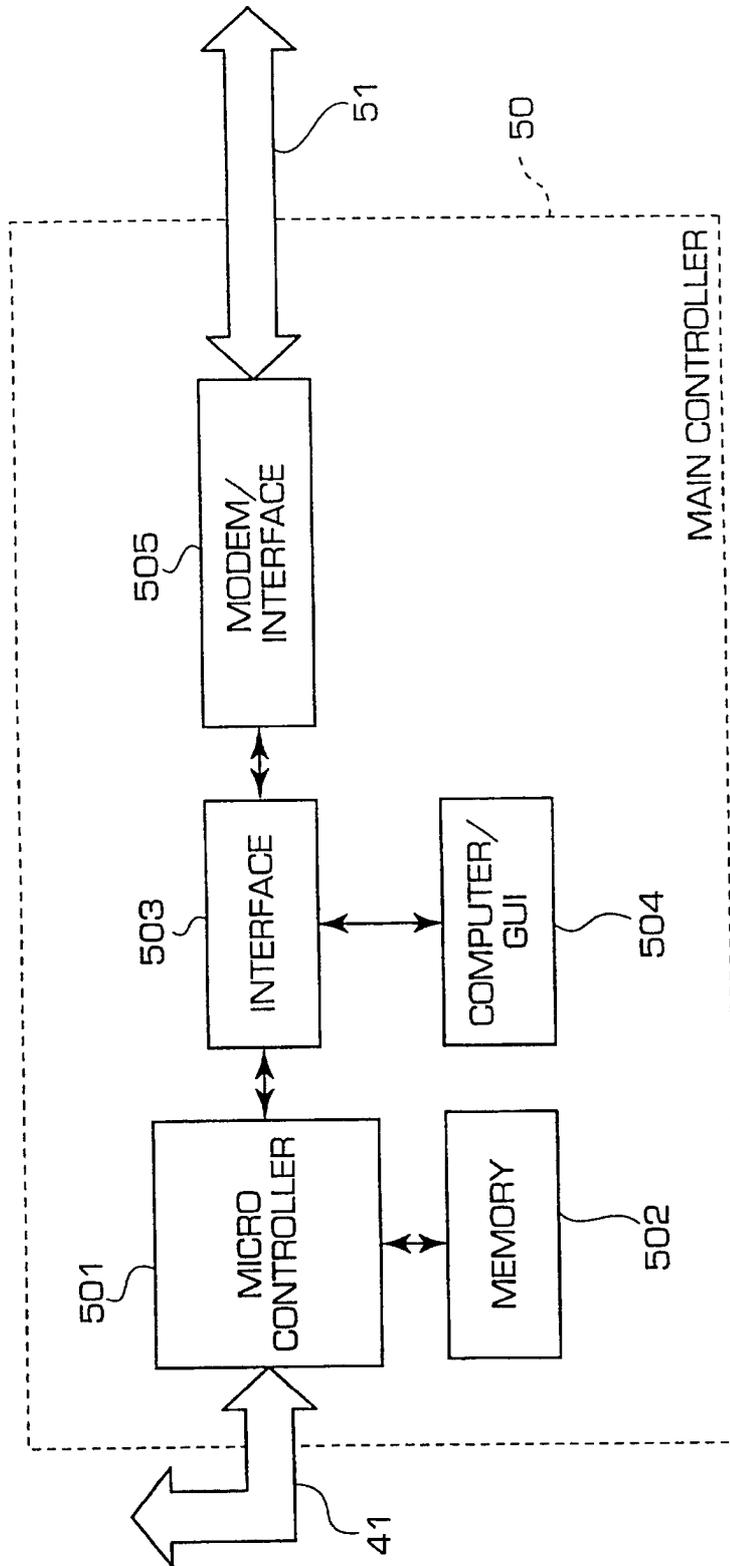


FIG. 2

FIG. 3



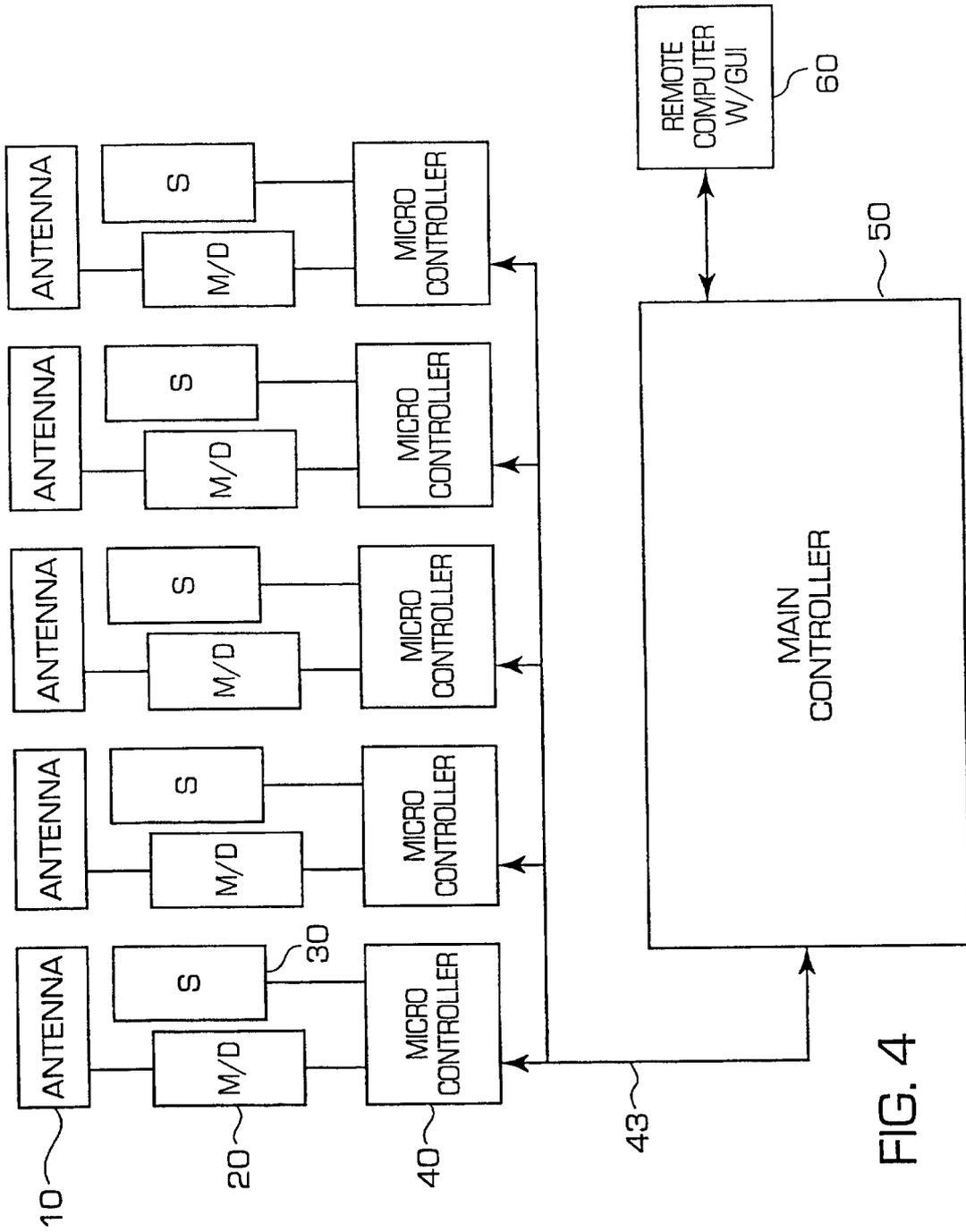


FIG. 4

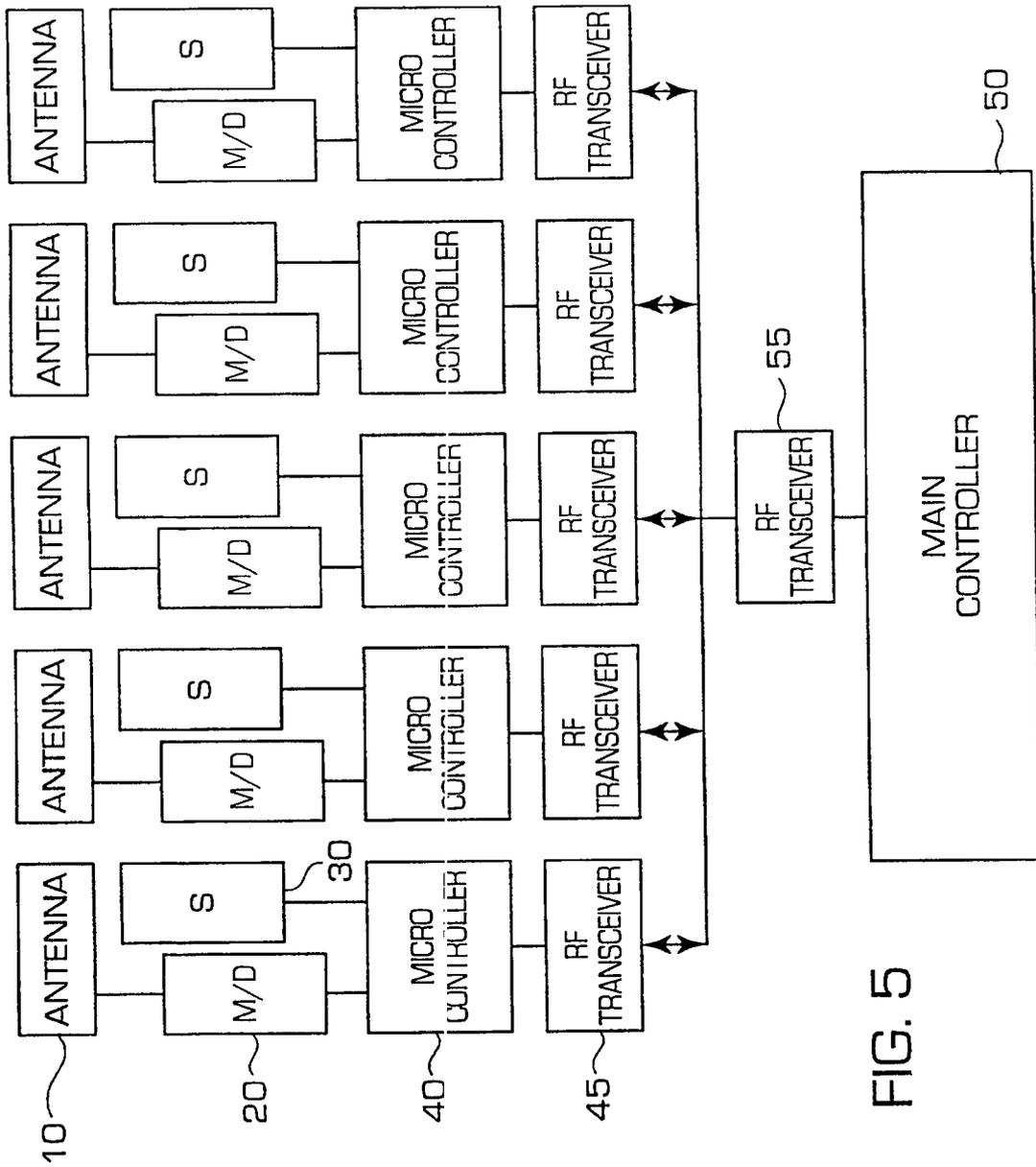


FIG. 5

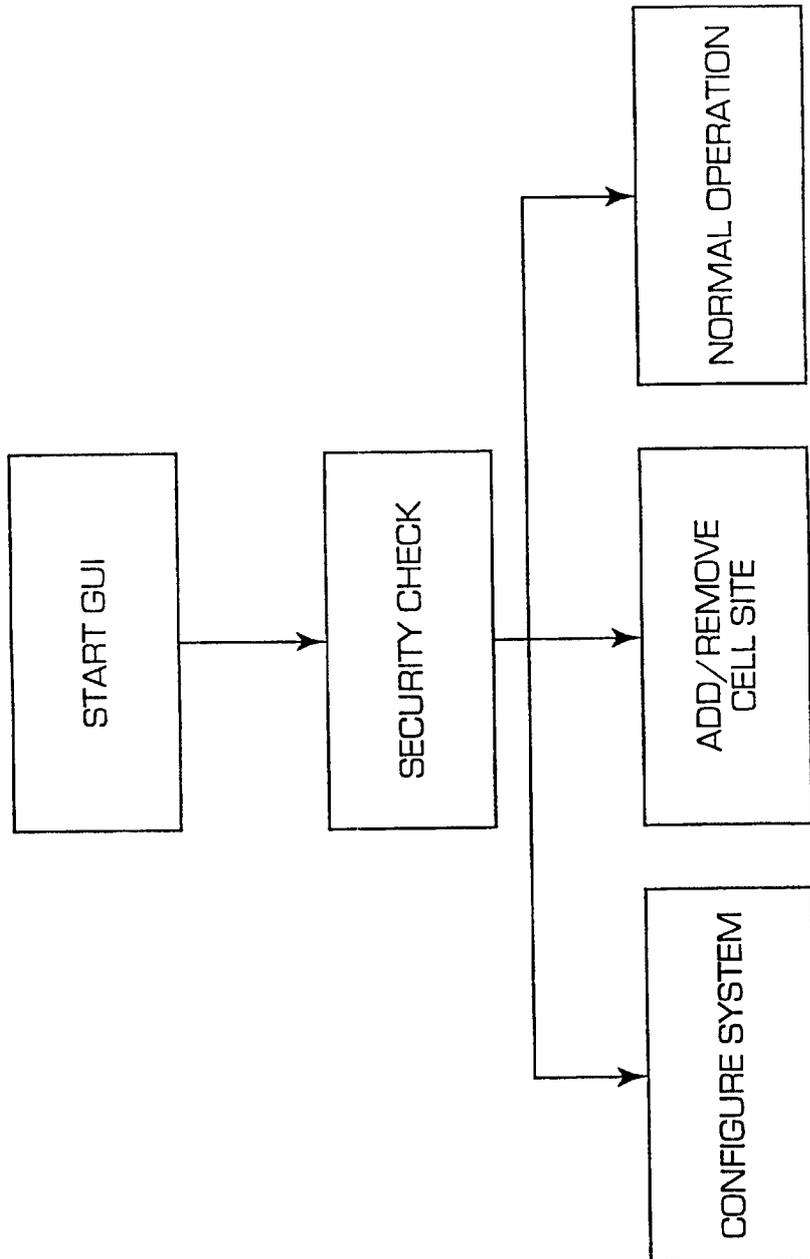
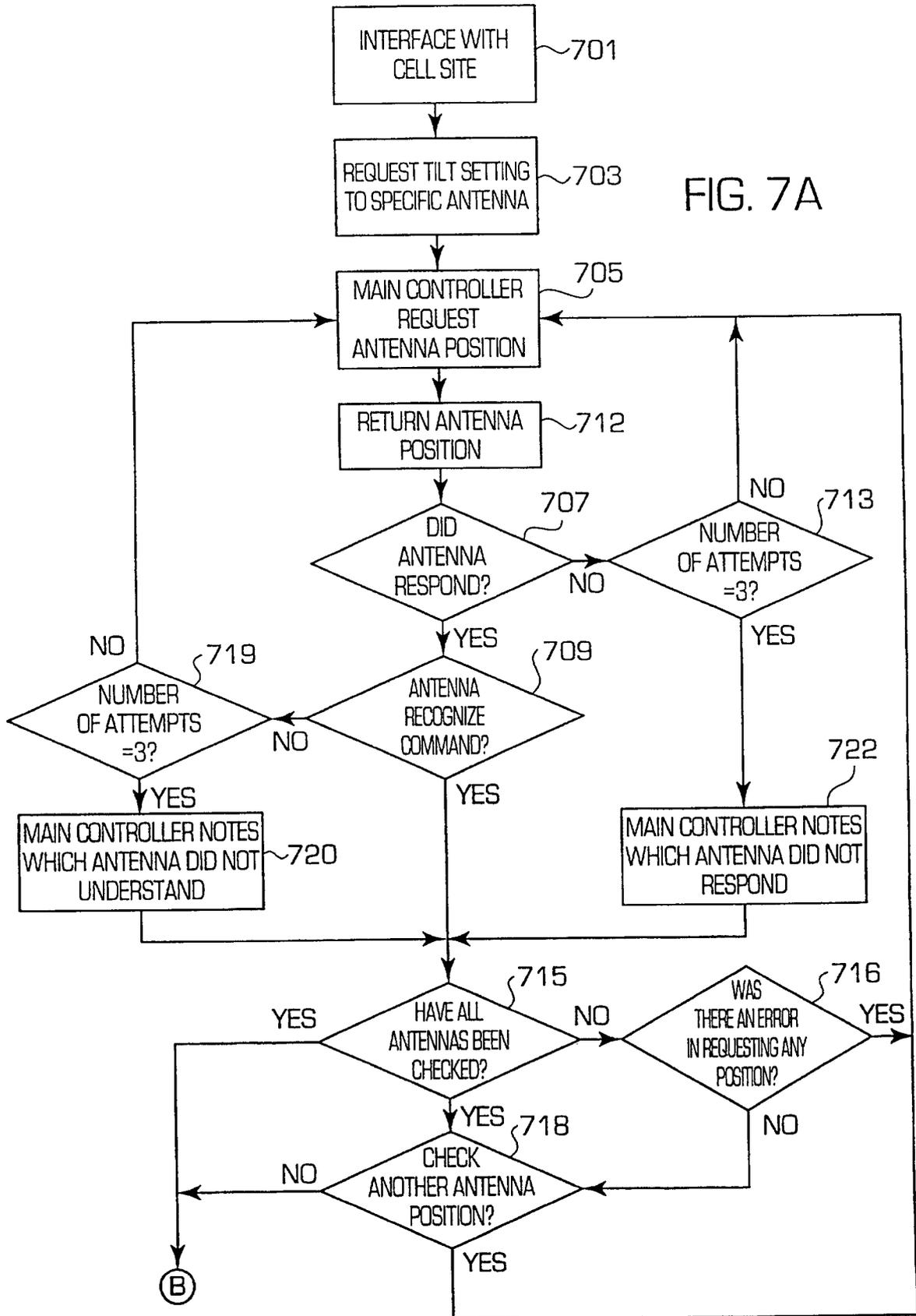


FIG. 6

FIG. 7A



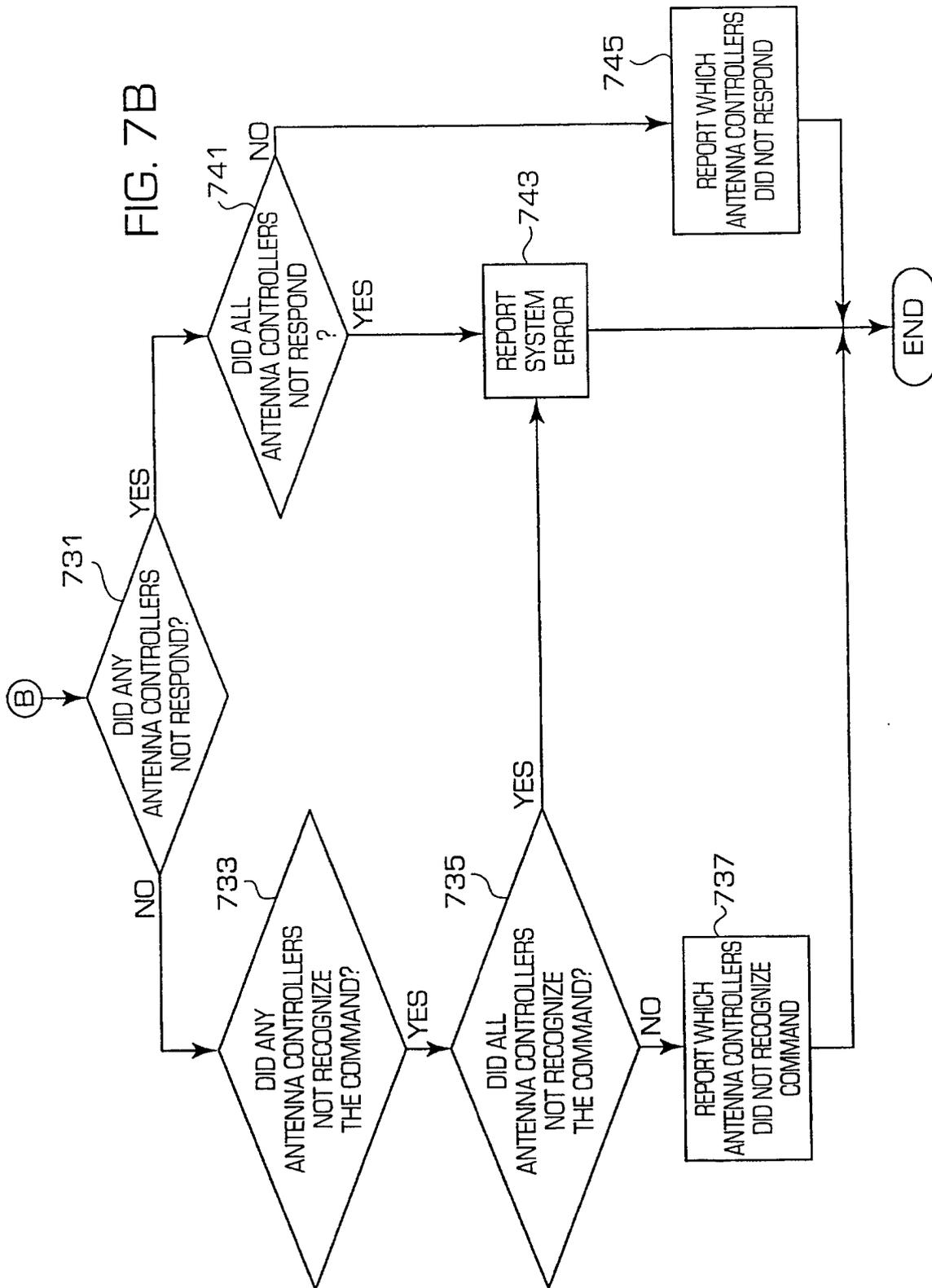


FIG. 8A

