

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 234 355 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

13.08.2003 Patentblatt 2003/33

(51) Int Cl.7: **H01Q 3/26**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE00/03756

(21) Anmeldenummer: **00983055.5**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **24.10.2000**

WO 01/031744 (03.05.2001 Gazette 2001/18)

(54) **VERFAHREN ZUM KALIBRIEREN EINER ELEKTRONISCH PHASENGESTEUERTEN
GRUPPENANTENNE IN FUNK-KOMMUNIKATIONSSYSTEMEN**

METHOD FOR CALIBRATING AN ELECTRONICALLY PHASE-CONTROLLED GROUP ANTENNA
IN RADIO-COMMUNICATIONS SYSTEMS

PROCEDE POUR LE CALIBRAGE D'UNE ANTENNE DE GROUPE A COMMANDE DE PHASE
ELECTRONIQUE DANS DES SYSTEMES DE COMMUNICATION RADIO

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(72) Erfinder: **SCHLEE, Johannes**
89075 Ulm (DE)

(30) Priorität: **26.10.1999 DE 19951525**

(56) Entgegenhaltungen:

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.08.2002 Patentblatt 2002/35

EP-A- 0 881 704

EP-A- 0 938 204

DE-A- 19 948 039

US-A- 5 351 239

US-A- 5 572 219

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

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).

EP 1 234 355 B1

Beschreibung

[0001] Verfahren zum Kalibrieren einer elektronisch phasengesteuerten Gruppenantenne in Funk-Kommunikationssystemen.

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kalibrieren einer elektronisch phasengesteuerten Gruppenantenne unter Verwendung eines für alle Referenzsignale gemeinsamen Referenzpunktes in Funk-Kommunikationssystemen und eine Anordnung hierfür.

[0003] Durch den Einsatz elektronisch phasengesteuerter Gruppenantennen, sogenannter intelligente Antennen, in Funk-Kommunikationssystemen, wie beispielsweise digitalen Mobilfunksystemen, kann eine trotz Mehrwegausbreitung vorhandene Richtungsselektivität eines Mobilfunkkanals für die Funk-Kommunikation vorteilhaft ausgenutzt werden.

[0004] Intelligente Antennen bilden durch entsprechende phasenrichtige Ansteuerung der einzelnen Antennenelemente des Antennenarrays eine Richtcharakteristik aus. Die Strahlenformung kann deshalb benutzt werden, um eine Nachricht von einer Basisstation zu einer Teilnehmerstation gezielt in deren Richtung zu übertragen. Hierdurch kann einerseits die Empfindlichkeit gegenüber Interferenzen in der aktuellen Funkzelle der Basisstation reduziert werden und andererseits können Gleichkanalinterferenzen in benachbarten Funkzellen reduziert werden. Zudem wächst die Reichweite einer Basisstation, die eine bestimmte Mobilstation mit Funkressourcen versorgt, bei gleicher Sendeleistung wesentlich. Darüber hinaus können infolge der räumlichen Trennung physikalische Kanäle innerhalb einer von einer Basisstation versorgten Funkzelle wiederverwendet werden und die sogenannten Antennenkeulen des Richtdiagramms bei Bewegung von Teilnehmerstationen adaptiv nachgeführt werden.

[0005] Um eine gewünschte Strahlenformung zu erreichen, wird das originale Übertragungssignal über mehrere Antennenelemente, meist mit verschiedenen, aber definierten Phasenwinkeln, gesendet. Der entsprechende Phasenwinkel wird für jedes Antennenelement durch eine digitale Signalverarbeitung (DSP = Digital Signal Processing) ermittelt.

[0006] Im allgemeinen treten bei der Einstellung des Phasenwinkels im analogen Bereich zwischen Digital-Analog-Konvertern und Antennenelementen unvorhersehbare Phasenfehler und Zeitverzögerungen auf. Hierdurch, werden die Übertragungssignale nicht mit den gewünschten Phasenwinkeln gesendet und die Strahlenformung wird verfälscht oder gar unmöglich. Um dieser ungünstigen Eigenschaft des analogen Bereiches der Strahlenformung entgegenzuwirken, ist eine sogenannte Antennen-Kalibrierung notwendig. Die Antennen-Kalibrierung beseitigt den Einfluß der gesamten analogen Signalkette auf die oben beschriebenen Fehler.

[0007] In EP 0 881 704 A2 wird ein CDMA-Kommunikationssystem mit einer Kalibrierung beschrieben. Da-

bei sind in einem Transmitter sogenannte "processing sections" zur Basisband-Signalerzeugung und "transmit radio circuits" für deren Verarbeitung angeordnet. Mit Hilfe von Codes voneinander unterscheidbare Signale gelangen von den "transmit radio circuits" trägerfrequent einerseits über "transmit terminals" zur Abstrahlung an Antennen und andererseits leitungsgebunden über Kabel zu einer Additionseinrichtung. Ein dort gebildetes Summensignal gelangt über ein weiteres Kabel und über ein weiteres "transmit terminal" an eine sogenannte "transmit radio circuit characteristic measuring section", die das Summensignal in einzelne Signale aufteilt und diese auswertet. Aufgrund dieser Auswertung kann dann eine Kalibrierung der aus jeweils einem "transmit radio circuit" und aus einer "processing section" bestehenden Signalzweige durchgeführt werden. Da die von den "transmit radio circuits" gebildeten Ausgangssignale jedoch bereits vor der Antennenabstrahlung an die Additionseinrichtung gelangen, werden die Antennen und ihre Zuleitungskabel bei der Kalibrierung nicht berücksichtigt.

Zusätzlich müssen die an die Additionseinrichtung angeschalteten Kabel sehr genau aufeinander bezüglich ihrer Phasenfehler abgestimmt werden, was einen erhöhten Aufwand bei der Abstimmung verursacht.

[0008] Um Strahlenformung einzusetzen, muß zunächst die Richtung von der Basisstation zur Mobilstation festgestellt werden. Die Richtung wird durch die Auswertung der verschiedenen Phasenwinkel des Empfangssignals an jedem Antennenelement des Antennenarrays festgestellt. Deshalb ist eine Antennen-Kalibrierung in der Basisstation nicht nur für die Abwärtsstrecke zur Teilnehmerstation (Downlink), sondern auch für die Aufwärtsstrecke von der Teilnehmerstation zur Basisstation (Uplink) notwendig.

[0009] In einem TD-SCDMA System (Time Division Synchronous Code Division Multiple Access System) unter Verwendung von intelligenten Antennen wird für die Antennen-Kalibrierung eine zusätzliche Antenne benutzt, eine sogenannte Referenzantenne. Über die Referenzantenne wird für den Fall einer Uplink-Kalibrierung ein Referenzsignal zu allen Antennenelementen des Antennenarrays gesendet. An den einzelnen Antennenelementen wird aufgrund der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen je nach Abstand zur Referenzantenne eine bestimmte Verzögerungszeit und eine bestimmte Phasenlage erwartet. Die Differenz zwischen dem erwarteten Sollwert und dem tatsächlich gemessenen Istwert wird ermittelt und als Korrekturfaktor gespeichert. Der Korrekturfaktor wird sodann in den normalen Signalverarbeitungsprozeß einbezogen, wodurch die Antenne kalibriert wird.

[0010] Für die Downlink-Kalibrierung empfängt die Referenzantenne zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Referenzsignal von einem Antennenelement des Antennenarrays und der Korrekturfaktor wird bestimmt. Um der Verzerrung des Meßergebnisses aufgrund anderer Antennenelemente des Antennenarrays entge-

genzuwirken, dürfen diese zu diesem Zeitpunkt kein Signal übertragen. Anschließend empfängt die Referenzantenne zu einem zweiten Zeitpunkt ein Referenzsignal von einem zweiten Antennenelement des Antennenarrays und der Korrekturfaktor für dieses zweite Antennenelement wird bestimmt usw. Für die Kalibrierung von n Antennenelementen des Antennenarrays müssen demzufolge n Zeitschlitzze bei einer Unterstützung eines TDMA-Teilnehmerseparierungsverfahrens (Time Division Multiple Access) aufgewendet werden.

[0011] Der Fehler in der Verzögerungszeit beträgt häufig nur einen Bruchteil eines Chips (Chip = CDMA-Code-Element). Um solch eine geringe Verzögerungszeit bei der Signalverarbeitung zu berücksichtigen, ist eine Überabtastung (Oversampling) des Empfangs- und Übertragungssignals notwendig. Durch eine Überabtastung wird die zu übertragende Datenrate allerdings deutlich größer.

[0012] Der vorliegenden Erfindung hingegen liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Kalibrierung von intelligenten Antennen derart durchzuführen, dass die dazu erforderliche Zeit sowohl für die Kalibrierung des Uplinks als auch für die Kalibrierung des Downlinks deutlich verkürzt wird. Dabei soll eine Korrektur eines analogen Fehlers ohne die Notwendigkeit der Berechnung eines Korrekturfaktors für jedes einzelne Antennenelement und ohne Überabtastung von damit einhergehenden hohen Datenraten vorgenommen werden. Die Übertragungskapazität der physikalischen Kanäle soll durch die vorzunehmende Antennenkalibrierung nur in geringem Maße belastet werden.

[0013] Erfindungsgemäß werden alle Antennenelemente einer intelligenten Antenne im Downlink in nur einem Schritt kalibriert. Hierzu werden von den einzelnen Antennenelementen des Antennenarrays zeitgleich voneinander unterscheidbare Referenzsignale gesendet und nach dem Empfang an einem für alle Antennensignale gemeinsamen Referenzpunkt wieder separiert.

[0014] Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht eine Trennung der Referenzsignale unter Anwendung eines CDMA-Verfahrens (CDMA = Code Division Multiple Access) vor, das auf einer Separierung von Signalen durch individuelle Spreizcodes beruht. In einer weiteren Ausgestaltung werden zur Trennung der Referenzsignale konventionelle Spreizcodetechniken, wie Korrelation, verwendet, bei denen der gemeinsame Referenzpunkt auf den jeweiligen Referenzcodekanal der Antennenelemente synchronisiert und die Referenzsignale wieder auf ihre Originalbandbreite reduziert werden.

[0015] In diesem Fall werden die Referenzsignale nach einer weiteren Ausgestaltung orthogonal kodiert, damit die Interferenzen trotz zeitgleicher Übertragung minimal bleiben.

[0016] Der Kalibrierungsfaktor kann aus dem Ergebnis der Korrelation in einem digitalen Signalprozessor gewonnen werden.

[0017] Eine andere vorteilhafte Ausprägung der Erfindung besteht darin, eine optimierte Referenzsignalmenge zu benutzen, die eine unvoreingenommene Schätzung des Kalibrierungsfaktors erlaubt.

[0018] Die Generierung solch einer optimierten Referenzsignalmenge und des Schätzwertes können in vorteilhafter Weise nach Methoden erfolgen, die in: Bernd Steiner, Paul Walter Baier: "Low Cost channel Estimation in the uplink receiver of CDMA mobile radio systems", Frequenz 47 (1993), S. 292-298, beschrieben sind.

[0019] Nach einer weiteren Ausprägung kann die Korrektur von Verzögerungszeit, Phasenfehler und/oder Amplitude der Übertragungssignale unmittelbar innerhalb einer digitalen UP-Conversion/Down-Conversion vorgenommen werden, wodurch kein Korrekturfaktor einbezogen werden muß und keine Überabtastung der Empfangs- und Übertragungssignals notwendig wird, um Verzögerungsfehler zu beseitigen.

[0020] Hierzu erfolgt ein Abstimmen (Tunen) des numerisch gesteuerten Oszillators (NCO) des digitalen UP-Konverters (DUC) und des digitalen Down-Konverters (DDC).

[0021] In Weiterentwicklung der Erfindung wird in einem TDD-System die Kalibrierung in der übertragungslosen Verzögerungszeit zwischen den Uplink- und Downlink-Zeitschlitzten durchgeführt.

[0022] Die Downlink-Kalibrierung kann in weiterer Ausgestaltung zu Beginn der Verzögerungszeit und die Uplink Kalibrierung am Ende der Verzögerungszeit stattfinden.

[0023] In weiterer Ausgestaltung wird als gemeinsamer Referenzpunkt für die Referenzsignale von und zu den Antennenelementen eine Referenzantenne benutzt.

[0024] Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigt:

Fig. 1 schematisch ein Funk-Kommunikationssystem unter Verwendung von intelligenten Antennen,

Fig. 2 schematisch den Signalfluß bei einer Uplink-Synchronisation einer zu kalibrierenden intelligenten Antenne,

Fig. 3 schematisch den Signalfluß bei einer Downlink-Synchronisation einer zu kalibrierenden intelligenten Antenne, und

Fig. 4 schematisch die Signalisierung für eine Antennenkalibrierung in einem Verzögerungsintervall zwischen Uplink und Downlink im TDD-Modus.

[0025] Fig. 1 zeigt eine Basisstation BS, die im Bereich ihrer versorgten Funkzelle Z mit beispielhaft drei Mobilstationen MS gleichzeitig Verbindung aufgenommen hat. Für eine ungestörte Verbindung von und zu

den Mobilstationen MS ist eine Kanaltrennung nach einem Zeitduplex-Verfahren TDD (Time Division Duplex) vorgesehen. Für die Trennung der Verbindungen zwischen den einzelnen Mobilstationen MS kann beispielsweise das hybride Vielfachzugriffsverfahren TD-SCDMA (Time Division-Synchron Code Division Multiple Access) eingesetzt werden, eine Ausprägung von TD-CDMA (Time Division-Code Division Multiple Access). Bei TD-CDMA handelt es sich um eine Kombination der Vielfachzugriffskomponenten TDMA (Time Division Multiple Access) und CDMA (Code Division Multiple Access) und wird durch die Freiheitsgrade Frequenz, Zeitschlitz und Code charakterisiert. TD-SCDMA unterscheidet sich gegenüber TD-CDMA durch das Verwenden einer hochgenauen Synchronisation der Empfangssignale im Uplink. Dadurch wird die Orthogonalität der Empfangssignale weitestgehend beibehalten, und hierdurch wiederum werden die Detektionseigenschaften verbessert.

[0026] Voraussetzung für ein TD-SCDMA-System oder ein vergleichbares Funk-Kommunikationssystem mit intelligenten Antennen sind Antennen, mit denen eine Richtungsselektivität der von einer Basisstation BS ausgestrahlten Übertragungssignale erreichen läßt. Mit intelligenten Antennen lassen sich elektronisch schwenkbare, stark fokussierende Ausbreitungsdiagramme erzeugen. Damit reduzieren intelligente Antennen die Einfallswinkel für umgebungsbedingte Umwege der Übertragungssignale an den Mobilstationen, wodurch die Interferenz verringert wird. Von derselben Basisstation BS können somit verschiedene Antennenkeulen, die in unterschiedliche Richtungen geschwenkt sind, gleichzeitig denselben Frequenzkanal innerhalb einer Zelle Z nutzen. Außerdem steigt bei gleicher Sendeleistung die Reichweite einer Basisstation BS.

[0027] In Fig. 1 detektiert die intelligente Antenne der Basisstation BS die Richtungen, aus denen die Mobilstationen MS senden und formt in deren Richtung entsprechende Antennenkeulen aus.

[0028] In Fig. 2 ist schematisch der Signalfluß bei einer Uplink-Kalibrierung einer intelligenten Gruppenantenne dargestellt, bestehend aus mehreren Antennenelementen AE1 bis AEN und einer Referenzantenne AR für die Kalibrierung. Die Pfeile verdeutlichen die unterschiedliche Laufzeit eines Referenzsignals von einer Referenzantenne AR zu den Antennenelementen AE1 bis AEN. Die von jedem Antennenelement AE1 bis AEN aufgenommenen und gegebenenfalls verstärkten Referenzsignale werden parallel zueinander in Analog-Digital-Konvertern A/D digitalisiert. Die digitalisierten Werte werden anschließend parallel in einem digitalen Down-Konverter DDC behandelt. Aus den auf diese Weise gewonnenen Meßsignalen können beispielsweise in einem digitalen Signalprozessor DSP Korrekturfaktoren ermittelt und die Korrekturwerte als Kontrollinformationen an die digitalen Down-Konverter DDC der einzelnen Antennenelemente AE1 bis AEN zurückgeführt werden. Außerdem werden die Referenzsignale aus dem Si-

gnalprozessor DSP über einen digitalen Up-Konverter DUC und einen Digital-Analog-Konverter D/A an die Referenzantenne AR geschickt, die diese zwecks Kalibrierung an die Antennenelemente AE1 bis AEN sendet usw.

[0029] In Fig. 3 ist schematisch der Signalfluß bei einer Downlink-Kalibrierung einer intelligenten Gruppenantenne dargestellt. Die Antennenelemente AE1 bis AEN senden gleichzeitig je ein Referenzsignal an die Referenzantenne AR, die diese mit unterschiedlicher Referenzsignal-Laufzeit empfängt. Die Referenzantenne AR verstärkt gegebenenfalls die Referenzsignale und setzt sie in einem Analog-Digital-Konverter A/D wieder in digitale Signale um. Anschließend werden die digitalisierten Signale in einem digitalen Down-Konverter DDC behandelt und die auf diese Weise gewonnenen Meßsignale dem digitalen Signalprozessor DSP zugeführt. Im Signalprozessor DSP werden aus den Meßergebnissen beispielsweise Korrekturfaktoren ermittelt und als Kontrollinformationen an die digitalen UP-Konverter DUC der Antennenelemente AE1 bis AEN gegeben. Außerdem werden den digitalen UP-Konvertern DUC Referenzsignale 1 bis N zwecks Ausstrahlung durch die Antennenelemente AE1 bis AEN zugeführt.

[0030] Im folgenden wird ein Rechenbeispiel für ein TD-SCDMA System unter Verwendung einer intelligenten Antenne mit 8 Antennenelementen, einer Referenzantenne und einer Länge der CDMA-Code-Elemente (Chip) von $0,75\mu\text{s}$ ausgewählt.

[0031] Die Bestimmung des Kalibrierungsfaktors erfolgt analog zu aus der Mobilfunktechnik bekannten Kanalschätzverfahren. Es werden die Zeitverzögerung und die Phasenlage der empfangenen Referenzsignale bestimmt. Da der Verzögerungsfehler im Vergleich zum Verzögerungs-Sollwert sehr gering ist, sind für jedes Antennenelement beispielsweise drei Messungen von Kanalimpuls-Antworten in der zur Verfügung stehenden Zeit ausreichend. Damit beträgt die Signallänge für die Kalibrierung aller Antennenelemente einer intelligenten Antenne im Downlink: $(8+1) \text{ Antennenelemente} \cdot 3 \text{ Messungen} \cdot 0,75\mu\text{s Chiplänge} = 20,25\mu\text{s}$.

[0032] Die Antennenkalibrierung, das heißt die Korrektur des Einflusses des analogen Fehlers auf der gesamten Signalkette auf die Richtcharakteristik der intelligenten Gruppenantenne, wird direkt auf digitalem Wege durchgeführt. Es ist kein Überabtasten der Empfangs- und Übertragungssignals notwendig, um Verzögerungsfehler zu beseitigen.

[0033] In modernen Basisstationen wird digitale UP-Conversion und Down-Conversion genutzt, um Probleme durch IQ-Phasenfehler und IQ-Amplituden-Offsets zu kompensieren. Die Korrektur von Verzögerungszeit und Phase der Übertragungssignale kann direkt durch Tunen des numerisch gesteuerten Oszillators NCO (Numerical Controlled Oscillators) des digitalen UP-Konverters (DUC) und des digitalen Down-Konverters (DDC) erreicht werden, ohne daß ein Korrekturfaktor bei der digitalen Signalverarbeitung im DSP einbe-

zogen werden muß.

[0034] Digitale Up-Konverter DUC und digitale Down-Konverter DDC ermöglichen auch das Tunen der Amplitude der Übertragungssignale, da eine fehlerhafte Amplitude die Strahlungsformung ebenfalls beeinflusst.

[0035] Aufgrund der hohen Datenraten zwischen der Kalibrierungsinstanz und DUC/DDC ist der Nachteil einer zusätzlichen Kontrollinformations-Signalisierung zu DUC und DDC vernachlässigbar klein.

[0036] Aus Fig. 4 ist ersichtlich, daß in einem TDD-System, wie beispielsweise TD-SCDMA, zwischen Uplink und Downlink eine Verzögerungszeit einer bestimmten Länge zur Begegnung von Laufzeitunterschieden der zu übertragenden Signale und Daten vorgesehen ist. Vorzugsweise finden die Kalibrierungsmessungen in dieser Verzögerungszeit statt, da zu diesem Zeitpunkt keine weiteren Signale die Messungen beeinflussen können. Die Downlink-Kalibrierung wird vorzugsweise zu Beginn der Verzögerungszeit und die Uplink Kalibrierung am Ende dieser durchgeführt. In gleicher Weise kann beispielsweise auch ein für Kommunikationsverbindungen vorgesehener Zeitschlitz TS für die beschriebene Kalibrierungsprozedur reserviert werden.

[0037] Die Häufigkeit der Antennen-Kalibrierung ist frei wählbar und läßt sich dynamisch den Übertragungserfordernissen anpassen. Beispielsweise kann eine Kalibrierung im Downlink und Uplink in jeder Verzögerungszeit zwischen Downlink- und Uplink-TDMA-Rahmen erfolgen oder aber eine Kalibrierung wird mit einem hiervon vielfachen Zeitabstand vorgenommen. Auch kann die Häufigkeit einer Downlink-Kalibrierung von der Häufigkeit einer Uplink-Kalibrierung abweichen, beispielsweise wenn seitens der Basisstation festgestellt wird, daß sich eine Mobilstation nur unwesentlich oder gar nicht während einer Kommunikationsverbindung, beispielsweise zur Sprachübertragung, zum Datentransport oder für eine Multimedia-Übertragung bewegt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kalibrieren einer elektronisch phasengesteuerten und n Antennenelemente (AE1 bis AEN) aufweisenden Gruppenantenne bei einem Funk-Kommunikationssystem, wobei aus mindestens einem abzustrahlenden Referenzsignal auf einen Referenzpunkt bezogene Mess-Signale zur Fehlerkorrektur gebildet werden,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** bei einer Antennen-Kalibrierung in Abwärtsrichtung (UL) ein von einer gemeinsamen Referenzantenne (AR) abgestrahltes Referenzsignal von jedem n-ten Antennenelement (AE1 bis AEN) empfangen wird und jeweils als n-tes Mess-Signal (Meß-Sign) an eine Einrichtung zur Fehlerkorrektur (DSP) gelangt, die aus jedem eine Signallaufzeit aufweisenden n-ten

Mess-Signal (Meß-Sign) dem n-ten Antennenelement zugeordnete, auf den Referenzpunkt bezogene Fehlerkorrekturwerte ermittelt,

- **dass** bei einer Antennen-Kalibrierung in Abwärtsrichtung (DL) über jedes n-te Antennenelement ein ihm zuordenbares Referenzsignal abgestrahlt wird und diese n Referenzsignale, die zeitgleich zueinander gebildet wurden, an der Referenzantenne (AR) überlagert empfangen werden und als ein gemeinsames Mess-Signal an die Einrichtung zur Fehlerkorrektur gelangen, die aus dem gemeinsamen Mess-Signal, das jedem der n Antennenelemente zuordenbare Signalanteile mit einer jeweiligen Signallaufzeit aufweist, jeweils einem n-ten Antennenelement zugeordnete, auf den Referenzpunkt bezogene Fehlerkorrekturwerte ermittelt.
- 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Kodierung und Dekodierung der Referenzsignale nach einem CDMA-Verfahren vorgenommen wird.
- 3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Korrelationsverfahren zur Synchronisation des Referenzpunktes (AR) auf den Referenzcodekanal der Antennenelemente (AE1 bis AEN) angewendet wird.
- 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Referenzsignale orthogonal kodiert sind.
- 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Korrektur des analogen Fehlers in Zeitverzögerung, Phase und/oder Amplitude digital erfolgt.
- 6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Korrektur innerhalb einer digitalen Up-Conversion bzw. Down-Conversion erfolgt.
- 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Kalibrierungsfaktor aus dem Ergebnis einer Korrelation in einem digitalen Signalprozessor (DSP) gewonnen wird.
- 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,

dass eine optimierte Signalmenge für eine Schätzung des Kalibrierungsfaktors verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass bei einem Zeitduplexbetrieb (TDD) die Kalibrierung innerhalb einer Verzögerungszeit zwischen der Aufwärtsrichtung (UL) und der Abwärtsrichtung (DL) durchgeführt wird. 10
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Referenzsignale für die Kalibrierung in Abwärtsrichtung (DL) zu Beginn der Verzögerungszeit gesendet werden. 15
11. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Referenzsignale für die Kalibrierung in Aufwärtsrichtung (UL) am Ende der Verzögerungszeit gesendet werden. 20
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, 25
dass die Referenzsignale für die Kalibrierung in Aufwärts- (UL) und/oder in Abwärtsrichtung (DL) in jeweils einem Zeitschlitz (TS) gesendet werden. 30

Claims

1. Method for calibrating an electronically phase-controlled group antenna having n antenna elements (AE1 to AEN) in a radio communications system, measuring signals related to a reference point being formed for error correction from at least one reference signal to be transmitted, 35
characterized 40
 - **in that**, in the case of an antenna calibration in the upward direction (UL), a reference signal transmitted by a shared reference antenna (AR) is received by every nth antenna element (AE1 to AEN) and passes in each case as the nth measuring signal (meas. sign.) to a device for error correction (DSP), which ascertains from every nth measuring signal (meas. sign.), having a signal transit time, error correction values which are assigned to the nth antenna element and are related to the reference point, 45
 - **in that**, in the case of an antenna calibration in the downward direction (DL), every nth antenna element is used to transmit a reference signal which can be assigned to it and these n reference signals, which have been formed at the same time as one another, are received in su- 50

perposed form at the reference antenna (AR) and pass as a shared measuring signal to the device for error correction, which ascertains from the shared measuring signal, which has signal components which have a respective signal transit time and can be assigned to the n antenna elements, in each case error correction values which are assigned to the nth antenna element and are related to the reference point.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** a coding and decoding of the reference signals is performed on the basis of a CDMA method.
3. Method according to Claim 2, **characterized in that** a correlation method is used for the synchronization of the reference point (AR) to the reference code channel of the antenna elements (AE1 to AEN).
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the reference signals are orthogonally coded.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a correction of an analogue error in time delay, phase and/or amplitude is performed digitally.
6. Method according to Claim 5, **characterized in that** the correction is performed within a digital up-conversion or digital down-conversion.
7. Method according to Claim 5 or 6, **characterized in that** a calibration factor is obtained from the result of a correlation in a digital signal processor (DSP).
8. Method according to one of Claims 5 to 7, **characterized in that** an optimized amount of signals for an estimate of the calibration factor is used.
9. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the case of time division duplex operation (TDD), the calibration is carried out within a delay time between the upward direction (UL) and the downward direction (DL).
10. Method according to Claim 9, **characterized in that** the reference signals for the calibration in the downward direction (DL) are sent at the beginning of the delay time.
11. Method according to Claim 9, **characterized in that** the reference signals for the calibration in the upward direction (UL) are sent at the end of the delay time.
12. Method according to one of Claims 1 to 8, **charac-**

terized in that the reference signals for calibration in the upward direction (UL) and/or in the downward direction (DL) are sent in a respective time slot (TS).

Revendications

1. Procédé destiné au calibrage, dans un système de communication par radio, d'une antenne de groupe à contrôle électronique de phase et comportant n éléments d'antenne (AE1 à AEN), des signaux de mesure se rapportant à un point de référence étant formés, à partir d'au moins un signal de référence à émettre, pour la correction des erreurs, **caractérisé par le fait**

- que, pour un calibrage d'antenne dans le sens ascendant (UL), un signal de référence émis par une antenne de référence commune (AR) est reçu par chaque n-ième élément d'antenne (AE1 à AEN) et, dans chaque cas, parvient, pour la correction de l'erreur (DSP), en tant que n-ième signal de mesure (Meß-Sign), sur un dispositif qui détermine, à partir de chaque n-ième signal de mesure (Meß-Sign) ayant un temps de propagation propre, des valeurs de correction d'erreurs, affectées à chaque n-ième élément d'antenne et se rapportant au point de référence,
- que, pour un calibrage d'antenne dans le sens descendant (DL), on émet, par l'intermédiaire de chaque n-ième élément d'antenne, un signal de référence qui lui correspond et ces n signaux de référence, qui sont formés simultanément, sont reçus superposés sur l'antenne de référence (AR) et parviennent, en tant que signal de mesure commun, au dispositif destiné à la correction des erreurs qui détermine, à partir du signal de mesure commun, lequel comporte des parties de signaux correspondant à chacun des n éléments d'antenne et qui ont chacune un temps de propagation intrinsèque, des valeurs de correction des erreurs qui se rapportent au point de référence et qui sont affectées chacune à un n-ième élément d'antenne.

2. Procédé selon la revendication 1

caractérisé par le fait

que l'on procède au codage et au décodage des signaux de référence conformément à un procédé CDMA.

3. Procédé selon la revendication 2

caractérisé par le fait

que l'on applique un procédé de corrélation pour la synchronisation du point de référence (AR) sur le canal de code de référence des éléments d'antenne (AE1 à AEN).

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes

caractérisé par le fait

que les signaux de référence sont codés orthogonalement.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes

caractérisé par le fait

qu'une correction de l'erreur analogique dans le retard de temps, la phase et/ou l'amplitude a lieu numériquement.

6. Procédé selon la revendication 5

caractérisé par le fait

que la correction a lieu dans le cadre d'une conversion numérique ascendante et, respectivement, dans le cadre d'une conversion numérique descendante.

7. Procédé selon la revendication 5 ou 6

caractérisé par le fait

qu'un facteur de calibrage est obtenu dans un processeur numérique de signal (DSP) à partir du résultat d'une corrélation.

8. Procédé selon la revendication 5 à 7

caractérisé par le fait

qu'on utilise un ensemble optimisé de signaux pour une estimation du facteur de calibrage.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes

caractérisé par le fait

que, dans une exploitation en duplex temporel (TDD), le calibrage est exécuté pendant un temps de retard entre le sens ascendant (UL) et le sens descendant (DL).

10. Procédé selon la revendication 9

caractérisé par le fait

que les signaux de référence pour le calibrage dans le sens descendant (DL) sont émis au début du temps de retard.

11. Procédé selon la revendication 9

caractérisé par le fait

que les signaux de référence pour le calibrage dans le sens ascendant (UL) sont émis à la fin du temps de retard.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8

caractérisé par le fait

que les signaux de référence pour le calibrage dans le sens ascendant (UL) et/ou dans le sens descendant (DL) sont émis chacun dans une fenêtre de temps (TS).

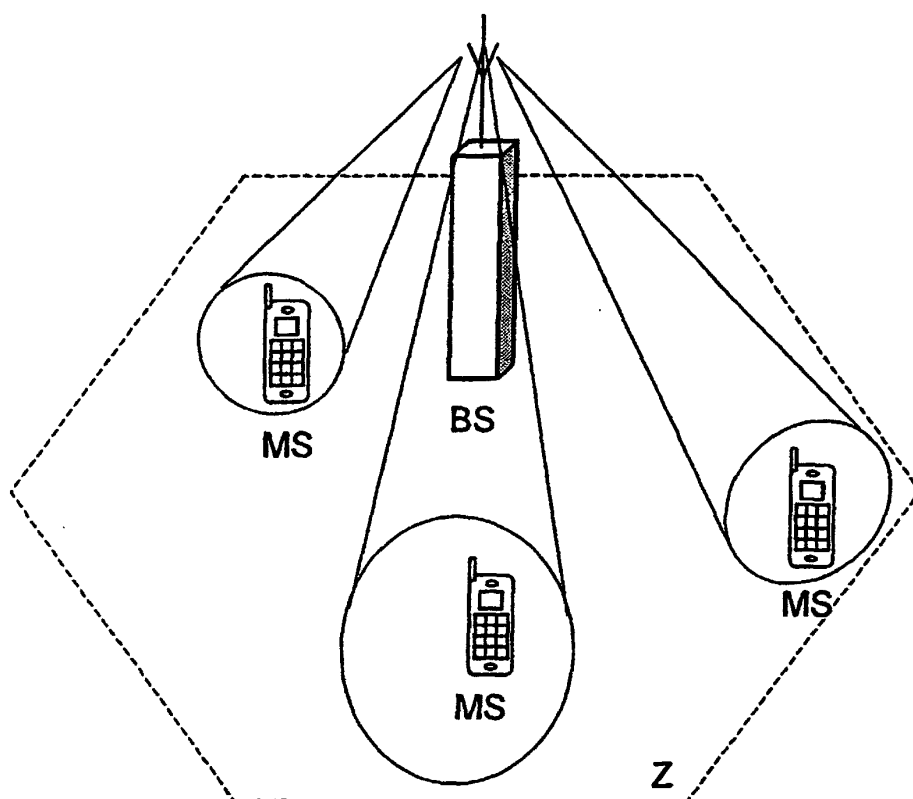


Fig. 1 (Stand der Technik)

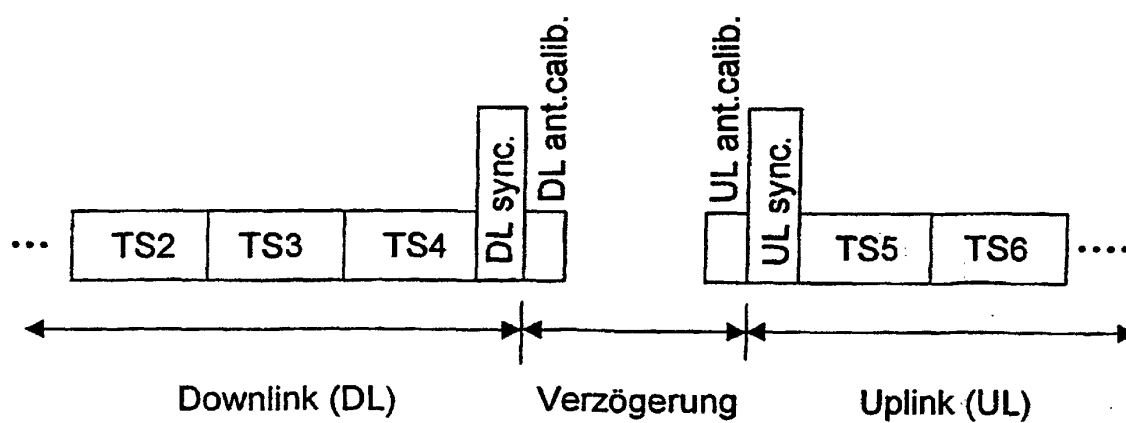


Fig. 4

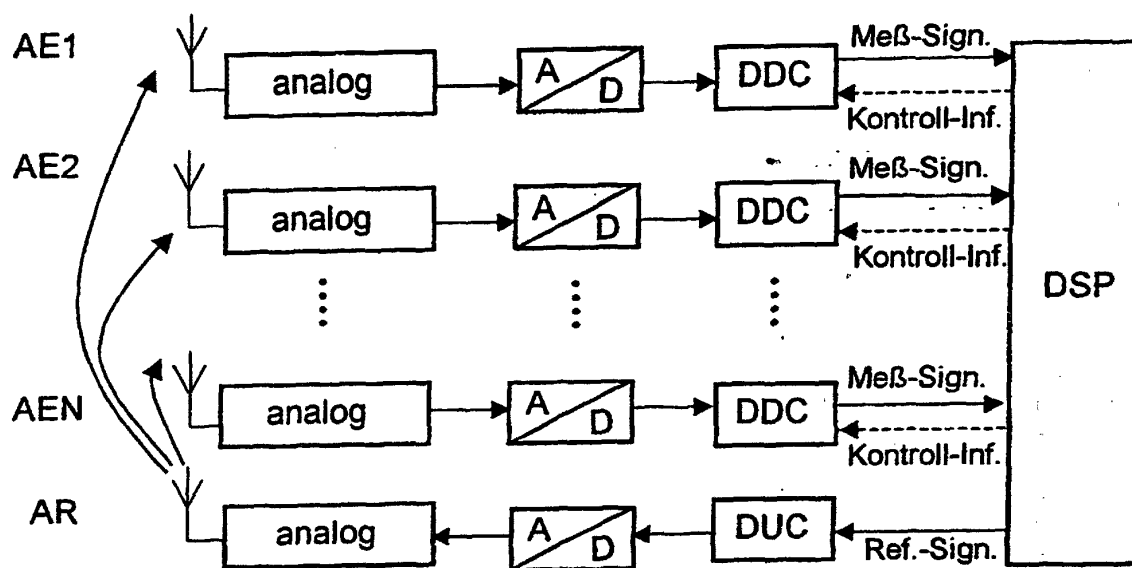


Fig. 2

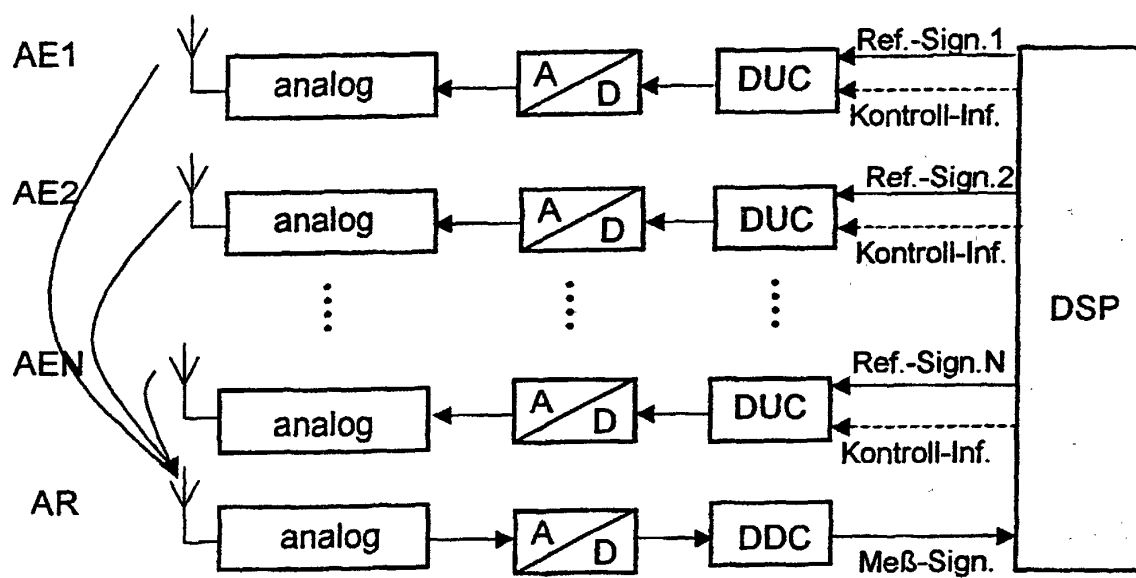


Fig. 3