

(19)



(11)

EP 2 862 234 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.09.2018 Patentblatt 2018/39

(51) Int Cl.:
H01Q 1/24 ^(2006.01) **H01Q 25/00** ^(2006.01)
H01Q 3/26 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13730806.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/001756

(22) Anmeldetag: **13.06.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/189581 (27.12.2013 Gazette 2013/52)

(54) **AKTIVES ANTENNENSYSTEM**

ACTIVE ANTENNA SYSTEM

SYSTÈME D'ANTENNES ACTIF

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **18.06.2012 DE 102012012090**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.04.2015 Patentblatt 2015/17

(73) Patentinhaber: **Kathrein-Werke KG**
83022 Rosenheim (DE)

(72) Erfinder:
• **GÖTTL, Maximilian**
83112 Frasdorf (DE)

• **LINDGREN, Carl Fredrik**
S-111 24 Stockholm (SE)

(74) Vertreter: **Flach Bauer Stahl**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Adlzreiterstraße 11
83022 Rosenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 4 322 863 DE-T2- 69 837 596
US-A1- 2008 291 087 US-A1- 2010 225 552
US-A1- 2010 311 353

EP 2 862 234 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Mobilfunknetze sind bekanntermaßen so aufgebaut, dass sie sich in eine Vielzahl von einzelnen Mobilfunkzellen gliedern. Die Mobilfunkzellen werden durch die Versorgung eines bestimmten Bereichs mit Funksignalen durch Basisstationen gebildet. Die Basisstationen sind zu diesem Zweck mit Antennen ausgestattet, die eine geeignete Richtcharakteristik aufweisen. Üblicherweise werden keulenförmige Richtcharakteristiken verwendet. Die Größe der Zelle und der zu versorgende Bereich können beispielsweise durch unterschiedliche Einstellung eines Absenkwinkels (Down-Tilt) der Richtcharakteristik verändert werden, wofür beispielsweise unterschiedlich einstellbare Phasenschieber in der jeweiligen Antenne verwendet werden. Diese Veränderung kann auch in Abhängigkeit der Anzahl der aktiven Nutzer in einer Zelle vorgenommen werden.

[0002] Die Antenne einer derartigen Mobilfunk-Basisstation wird bekanntermaßen als Antennenarray bezeichnet, welches zum Senden und Empfangen verwendet wird. Hierüber wird die Kommunikation mit einem in der betreffenden Zelle befindlichen Mobilfunkteilnehmer abgewickelt, wobei man als Synonym zum Senden (von der Basisstationsseite aus betrachtet) häufig auch von einem Downlink spricht. Die vom Mobilfunkteilnehmer an die Mobilfunkstation übertragenen Daten, die also von dem Antennenarray empfangen werden, werden häufig auch als Uplink bezeichnet.

[0003] In modernen Mobilfunknetzen besteht dabei ein Ungleichgewicht zwischen dem Uplink- und dem Downlink-Betrieb bezüglich der Datenraten bzw. der jeweils empfangenen Sendeleistung, also zwischen dem Empfangs- und dem Sendebetrieb von der Basisstation aus betrachtet.

[0004] Denn die Basisstationen haben in der Regel Antennen mit einem relativ hohen Antennengewinn und verfügen aufgrund von entsprechenden Leistungsverstärkern über eine relativ hohe Sendeleistung. Von daher kann im Downlink eine relativ hohe Leistung beim Empfänger bereitgestellt werden. Andererseits weisen aber die Mobilfunkgeräte (die sogenannten Handys, Smartphones oder andere Mobilfunkgeräte, beispielsweise mit entsprechenden Sende- und Empfangseinrichtungen ausgestattete Notebooks etc.) Antennen mit nur einem relativ kleinen Antennengewinn sowie eine relativ geringe verfügbare Sendeleistung auf. Dadurch kann im Uplink nur eine relativ geringe Leistung beim Empfänger bereitgestellt werden. Dieses Ungleichgewicht zwischen den Leistungen beim jeweiligen Empfänger im Up- und Downlink wirkt sich insbesondere bei hohen Datenraten negativ aus.

[0005] Um hier zu gewissen Verbesserungen zu kommen, ist bereits in der Vergangenheit vorgeschlagen worden, den Uplink-Pfad weiter zu optimieren. Versucht worden ist das resultierende vertikale Strahlungsdiagramm für den Uplink-Betrieb (also für den Empfangsbetrieb einer Basisstation) und den Downlink-Betrieb elektrisch unabhängig voneinander einzustellen.

[0006] Dies ist auch dadurch möglich, dass mittlerweile so genannte aktive Antennensysteme mit unterschiedlichen technischen Ausführungen bekannt sind. Allen gemeinsam ist in der Regel, dass ein Teil der Basisstationstechnologie, bevorzugt die Hochfrequenz-Elektronik (HF-Elektronik) zwischenzeitlich in die Antenne integriert wurde. Dies führt zu einer Reihe von Vorteilen, wie beispielsweise einer Energieersparnis, eines geringeren Bedarfs von Kabeln und Schnittstellen, einer Verringerung des Platzbedarfes usw.. Letztlich führt dies auch zu einer optisch ansprechenderen Gestaltung derartiger Antennenarrays und Basisstationen. Ein technisches Hauptmerkmal ist dabei, dass die einzelnen Antennenstrahler oder Strahlergruppen mit der erwähnten Sende- und Empfangselektronik ausgestattet sind. Dadurch ist es z.B. möglich den Downtilt für den Uplink und für den Downlink separat einzustellen.

[0007] Durch derartige Maßnahmen sollen beispielsweise Kapazitätssteigerungen von beispielsweise 5% bis 20% gegenüber herkömmlichen Lösungen möglich sein.

[0008] Allerdings besteht auch ein großes Risiko bezüglich derartiger aktiver Antennen. Der größte Risikofaktor betrifft dabei die am Mast bzw. in der Antenne montierte Elektronik. Denn die Produkte und dabei vor allem auch die Elektronik sollten in der Regel 10 bis 15 Jahre fehlerfrei funktionsfähig bleiben, und dies bei teils widrigsten Umweltbedingungen. Die sogenannte "meantime between failure" (MTBF), also die Zwischenzeit bis zum Ausfall einer Elektroneinheit (also ein Maß für die ausfallfreie Zeit), stellt eine wichtige Größe dar, um die erwartete Lebensdauer einer aktiven Antenne beschreiben zu können. Je mehr Elektronik eine aktive Antenne beinhaltet, desto niedriger ist die MTBF.

[0009] Herkömmliche Systeme haben üblicherweise eine derartige ausfallfreie Zeit (MTBF) von ca. 50.000 Stunden. Diese Zahl steht in einem deutlichen Widerspruch zu der Forderung, dass derartige Produkte eine ausfallfreie Einsatzdauer von beispielsweise 10 bis 15 Jahren erfüllen sollen.

[0010] Eine Mobilfunkanlage und ein zugehöriges Steuerungssystem ist grundsätzlich aus der WO 03/052866 A1 bekannt geworden. Gemäß dieser Vorveröffentlichung wird beschrieben, wie zwei Antennen mit unterschiedlichen Vertikaldiagrammen im gleichen Sektor der Zelle betrieben werden können. Dabei wird erörtert, dass das Verhältnis der Sendeleistung zwischen den Antennen verändert wird, wodurch die jeweilige Empfangsleistung beim entsprechenden Empfänger optimiert wird.

[0011] Aus der Fachliteratur ist zu entnehmen, dass es zur Nebenkeulenunterdrückung bei einem Antennenarray sinnvoll ist, den zu äußerst liegenden Strahlern des Antennenarrays weniger Leistung zuzuführen als den mittleren Strahlern. Beschrieben wird dieses Prinzip z.B. in dem Fachbuch "Antenna Theory third edition" von Constantine A. Balanis im Abschnitt "6.8.2 Binomial Array".

[0012] Gemäß der EP 1 684 378 A1 wird eine Array-Antenne beschrieben, die zwei passive Untergruppen mit mechanischen Phasenschiebern umfasst, die vertikal zueinander angeordnet sind. Die Phasen-Differenz zwischen den beiden Untergruppen kann elektrisch eingestellt werden. Dazu ist für beide Untergruppen des Antennenarrays jeweils eine Phasenschiebereinstell-Baugruppe vorgeordnet, die über ein nachfolgendes separates Verteil-Netzwerk mit den einzelnen Strahlerelementen der beiden Array-Untergruppen verbunden ist.

[0013] Eine konventionelle Antenne mit übereinander angeordneten und gemeinsam über ein Netzwerk gespeisten Strahlern ist aus der WO 2006/071152 A1 als bekannt zu entnehmen.

[0014] Ein aktives Antennensystem ist auch aus der US 2010/0311353 A1 als bekannt zu entnehmen. Es umfasst mehrere Antennengruppen, die jeweils für den Sende- und Empfangsbetrieb vorgesehen sind. Dabei werden diese Antennengruppen über eine Phasenschieber-Gruppe entsprechend gespeist, um einen Downtiltwinkel einstellen zu können.

[0015] Der Vollständigkeit halber soll auch auf die DE 43 22 863 A1 verwiesen werden, die eine Mobilfunkantennenanlage betrifft.

[0016] Dabei ist in dieser Vorveröffentlichung eine Antennenanlage nach dem Stand der Technik beschrieben, die als "Drei-Antennenlösung" bezeichnet wird, wobei eine der Antennen ausschließlich als Sendeantenne genutzt wird und die zu sendenden Kanäle durch Frequenzweichen oder Kopplernetzwerke zusammengefasst und in die Sendeantenne eingespeist werden. Die beiden anderen Antennen werden nur für den Empfang genutzt, wobei jede Antenne alle Kanäle empfängt und wobei die Antennen so angebracht sind, dass der Empfang der Antennen unabhängig und somit die gewünschte Redundanz gewährleistet ist.

[0017] Eine weitere Mobilfunkantennenanlage ist aus US 2010/022552 bekannt.

[0018] Eine gattungsbildende Sende-/Empfangsantenne mit beliebiger Verwendung einer Antennenapertur ist aus der DE 698 37 596 T2 als bekannt zu entnehmen. Sie umfasst zwei übereinander angeordnete Antennen, wobei beide Antennengruppen zum Empfangen und eine obere bzw. eine untere Antennengruppe zum Senden in unterschiedlichen Frequenzbereichen vorgesehen ist.

[0019] Demgegenüber ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine verbesserte Lösung zu schaffen, die geeignet ist, das bestehende Ungleichgewicht zwischen einem Uplink-Betrieb und einem Downlink-Betrieb einer MobilfunkAntennenanlage, also zwischen dem Empfangs- und Sendebetrieb zu verringern oder auszugleichen und damit die durch das bestehende Ungleichgewicht zwischen einem Uplink- und einem Downlink-Betrieb bestehenden Nachteile insgesamt zu verringern.

[0020] Da auf der Mobilfunk-Nutzerseite, also auf Seiten der eingesetzten Handys, Smartphones oder sonstigen eine mobile Kommunikation ermöglichenden Geräte, aufgrund der dort nur gering zur Verfügung stehenden Energieversorgung sowie des bauartbedingten geringen Antennengewinns vom Grundsatz her nicht mit einer deutlichen Verbesserung zu rechnen ist, setzt die Erfindung an der Basisstationsseite an.

[0021] Das erfindungsgemäße Antennensystem wird durch Anspruch 1 definiert.

[0022] Im Rahmen der Erfindung wird vorgeschlagen ein Antennenarray zu verwenden, das zumindest eine erste und eine zweite Antennengruppe umfasst.

[0023] Während die erste Antennengruppe für den Sende- und den Empfangsbetrieb vorgesehen ist, soll die zweite Antennengruppe nur oder vor allem nur für den Empfangsbetrieb verwendet werden. Die Antennengruppen, die jeweils zumindest zwei Antennen-Untergruppen umfassen (wobei jede Antennen-Untergruppe zumindest einen Strahler aufweist), sind übereinander angeordnet.

[0024] Über ein Speisernetzwerk können dabei die Phasen und Leistungen für die Antennen-Untergruppen bereitgestellt werden, wozu bevorzugt mechanische Phasenschieber vorgesehen sind.

[0025] Um nunmehr eine Verbesserung zwischen dem Uplink- und Downlink-Betrieb zu ermöglichen, schlägt die Erfindung zumindest für die erste Antennengruppe, die für den Sende- und den Empfangsbetrieb vorgesehen ist, eine frequenzabhängige Amplitudenverteilung vor.

[0026] Unter der Amplitudenverteilung innerhalb eines Antennenarrays wird hier die relative Verteilung der an den verschiedenen einzelnen Antennen-Untergruppen im Sende- oder Empfangsbetrieb anliegenden Signalpegel verstanden. Bei dem Signal handelt es sich vorzugsweise um ein elektrisches in Form einer Spannung, eines Stromes oder einer Leistung. Durch die Angabe eines Pegels in dB wird dies vereinheitlicht. Üblicherweise werden die Signalpegel auf den maximalen im Sende- oder Empfangsbetrieb anliegenden Signalpegel eines der Antennenuntergruppen normiert. Es kann aber auch zweckdienlich sein, die Signalpegel auf den Pegel einer ausgewählten Antennen-Untergruppe im Sende- oder Empfangsbetrieb zu beziehen. Anstelle von Signalpegel wird hier auch nur einfach von einer Amplitude gesprochen, wobei diese der Einfachheit halber relativ angegeben werden.

[0027] Die Amplitudenverteilung für den Sende- und Empfangsbetrieb der ersten Antennengruppe ist dabei unterschiedlich. Der Unterschied kann vereinfacht ausgedrückt darin liegen, dass die Amplitude der Antennen-Untergruppen von einem höchsten Wert, bevorzugt repräsentiert durch eine mittlere Antennen-Untergruppe, zu den zuäußerst sitzenden Antennen-Untergruppen im Sendebetrieb (Downlink) abnimmt. Des Weiteren gibt es aber auch Anwendungsfälle, bei denen alle Antennen-Untergruppen im Downlink mit der gleichen Amplitude gespeist werden oder nur einzelne

Antennen-Untergruppen etwas mehr Leistung bekommen. Die bevorzugte Ausführungsform ist jedoch die erstgenannte. Im Empfangsbetrieb (Uplink) sind demgegenüber jedoch die Amplituden der äußersten oder vorletzten Antennen-Untergruppen der ersten Antennengruppe, bezogen auf eine höchste Amplitude einer dieser Antennen-Untergruppen, verändert. Die Amplituden können gleich der maximalen Amplitude einer der Antennen-Untergruppen sein (also bevorzugt nicht kleiner) oder bevorzugt nur vergleichsweise weniger oder aber auch stärker abfallend als im Sendebetrieb.

[0028] Geht man davon aus, dass die Amplitude der äußersten oder der vorletzten Antennen-Untergruppe bezogen auf die höchste Amplitude der Antennen-Untergruppe einen Wert A_{Rx} bei einer Empfangsfrequenz aufweist, und geht man in dem Fall ferner davon aus, dass die Amplitude der äußersten oder vorletzten Antennen-Untergruppe bezogen auf die höchste Amplitude der Antennen-Untergruppe einen Wert A_{Tx} bei einer Sendefrequenz hat, so soll im Rahmen der Erfindung der Betrag der Differenz zwischen den beiden vorstehend genannten Werten mindestens 0,2 dB multipliziert mit der Anzahl der Antennen-Untergruppen und maximal 5 dB multipliziert mit der Anzahl der Antennen-Untergruppen sein.

[0029] Durch diese Maßnahme wird vor allem sichergestellt, dass das beschriebene Ungleichgewicht zwischen dem Uplink- und dem Downlink-Betrieb gegenüber herkömmlichen Lösungen deutlich verbessert wird, und dies auch bei stärker gedämpften Nebenkeulen. Gedämpfte Nebenkeulen haben den Vorteil, dass insbesondere die erste Nebenkeule oberhalb der Hauptkeule schwächer in benachbarte Mobilfunkzellen strahlt. Die daraus resultierenden Interferenzen werden so verringert.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können die Signale, die über die beiden Antennengruppen empfangen werden, über Verfahren wie MRC (Maximum Ratio Combining) oder ERC (Equal Ratio Combining) oder Verfahren wie IRC (Interference Rejection Combining) oder dergleichen verwendet werden. Die Verarbeitung geschieht in einer Sende- und Empfangseinheit. Bei dem Verfahren handelt es sich dabei um die Kombination von Signalen von einzelnen Antennen oder Gruppen, die für einen Diversitäts-Gewinn bei vorhandener Empfangs-Diversität ausgenutzt werden können. Des Weiteren ist es denkbar die Phasen der Signale, die den beiden Antennengruppen zugeführt werden, innerhalb der Sende- und Empfangseinheit zu verändern. Dadurch kann zum Beispiel für den Empfangsbetrieb ein separater Down-Tilt im Vergleich zum Sendebetrieb eingestellt werden.

[0031] Eine einfache Umsetzung der Erfindung ergibt sich vor allem auch dann, wenn für die frequenzabhängige Amplitudenverteilung im Speisetzwerk mechanische Phasenschieber verwendet werden.

[0032] Für die frequenzabhängige Amplitudenverteilung im Speisetzwerk können aber auch frequenzabhängige Leistungsteiler eingesetzt werden.

[0033] Die neue erfindungsgemäße Architektur des Antennenarrays und dessen Speisung ergibt auch, dass beispielsweise bei einer dualpolarisierten Strahleranordnung pro Polarisation nur ein Sender (Transmitter) und nur zwei Empfänger (Receiver) notwendig sind. Eine dualpolarisierte aktive erfindungsgemäße Antenne kann also z.B. mit nur zwei Remote-Radio-Heads (oder vergleichbaren Komponenten) mit den zugehörigen Elektronik- und Filterkomponenten für zwei integrierte Sendezweige (TX-Zweige) und vier Empfangs-Zweige (RX-Zweige) eines dualpolarisierten Antennenarrays realisiert werden. Würde man eine herkömmliche Architektur verwenden wollen, um nur ansatzweise ähnliche Effekte zu realisieren und umzusetzen, so müsste hierfür eine Elektronik und Filter für mindestens zehn Sendezweige und zwanzig Empfangszweige integriert werden (z.B. bei je fünf Antennen-Untergruppen pro Antennengruppe), um ein nur ansatzweise vergleichbares Resultat zu erzielen. Vor allem auch dadurch, dass im Rahmen der Erfindung im Empfangsbetrieb der Mobilfunkantenne (Uplink bezogen auf die Basisstation) die Signale von zwei Antennenarrays miteinander kombiniert werden, erhält man einen zusätzlichen Antennengewinn von ca. 2,5 bis 3,0 dB mehr als im Downlink (Sendebetrieb), bei dem man nur ein Antennenarray benutzt. Durch die erwähnten modernen Verfahren zur Kombination von Signalen von einzelnen Antennen (beispielsweise MRC, ERC, IRC, etc.) erhält man zusätzlich noch einmal 1,0 bis 3,0 dB. Durch eine derartige neue aktive Antenne erhält man also im Uplink-Betrieb (Empfangsbetrieb) in der Summe eine Leistungsverbesserung um ca. 3,5 bis 6,0 dB gegenüber dem Downlink-Betrieb (Sendebetrieb). Dies führt zu einer eklatanten Verbesserung der Datenraten. Außerdem können die Uplink- und Downlink-Signale auf unterschiedliche Down-Tilt-Werte eingestellt werden, was eine weitere Optimierung der Datenraten ermöglicht. Dies war bisher nur mit sogenannten verteilten aktiven Antennenarchitekturen möglich.

[0034] Es wäre aber auch denkbar beide Antennengruppen im Sendebetrieb zu betreiben. So kann zum Beispiel ein intelligentes Verfahren wie MIMO, SIMO oder MISO angewendet werden genauso wie das gemeinsame Betreiben der Antennen im Downlink-Betrieb z.B. für einen höheren Gewinn.

[0035] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen im Einzelnen

Figuren 1 bis 3: drei Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Antennenarrays mit zugehöriger frequenzabhängiger Amplitudenverteilung;

Figuren 4 bis 7: vier weitere abgewandelte Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Antennenarrays;

- Figur 8a : ein Antennenarray nach dem Stand der Technik;
- Figur 8b : eine Speisung des nach dem Stand der Technik gemäß Figur 8a bekannten Antennenarrays, ebenfalls nach dem Stand der Technik;
- Figuren 9 und 10: zwei weitere abgewandelte Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Antennenarrays;
- Figur 11 : ein vertikales Strahlungsdiagramm eines Antennenarrays gemäß Figur 8a bei einer Amplitudenverteilung gemäß Figur 8b im Empfangsbetrieb; und
- Figur 12: ein vertikales Strahlungsdiagramm eines Antennenarrays gemäß Figur 8a bei einer Amplitudenverteilung gemäß Figur 1 im Empfangsbetrieb.

[0036] Nachfolgend wird zunächst auf Figur 8a Bezug genommen, welche in schematischer Darstellung ein Antennenarray 1 zeigt, wie es nach dem Stand der Technik bisher betrieben wurde. Das Antennenarray 1 umfasst beispielsweise zwei übereinander (in der Regel vertikal übereinander) angeordnete Antennengruppen 5, 10. Die untere Antennengruppe 5 wird dabei nachfolgend auch als erste Antennengruppe 5 bezeichnet. Die obere Antennengruppe 10 wird auch als zweite Antennengruppe bezeichnet.

[0037] Jeder der beiden Antennengruppen 5, 10 besteht aus zumindest zwei Antennen-Untergruppen 6 bzw. 11, wobei jede Antennen-Untergruppe zumindest einen Strahler aufweist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel nach dem Stand der Technik umfasst sowohl die erste wie die zweite Antennengruppe 5, 10 jeweils fünf Antennen-Untergruppen 6 bzw. 11, wobei jede der Antennen-Untergruppen zumindest einen, d.h. im gezeigten Ausführungsbeispiel jeweils zwei Strahler 7 bzw. zwei Strahler 12 umfasst. Im gezeigten Ausführungsbeispiel bestehen die Strahler aus dualpolarisierten Strahlern, die bevorzugt jeweils in einem $+45^\circ$ und in einem -45° Winkel gegenüber der Horizontalen oder Vertikalen ausgerichtet sind. Insoweit wird häufig auch von X-polarisierten Strahlern gesprochen, die in zwei senkrecht zueinander stehenden Polarisierungsebenen betrieben werden können.

[0038] Jeweils die Strahler, die zu einer gemeinsamen Antennen-Untergruppe gehören, können mit gleicher Phasenlage und/ oder Leistung gespeist, obgleich vorzugsweise zwischen jeweils zwei derartigen zu einer Strahler-Untergruppe gehörenden Strahlern noch fest zugeordnete Phasenschieber-Elemente angeordnet sein können, so dass zwei zu einer Antennen-Untergruppe gehörende Strahler mit einem fest vorgegebenen, d.h. in der Regel nicht verstellbaren Phasenunterschied gespeist werden.

[0039] Die Strahler 7 der ersten Antennengruppe 5 werden sowohl im Sende- wie Empfangsbetrieb eingesetzt, wohingegen die Strahler 12 der zweiten Antennengruppe nur im Empfangsbetrieb verwendet werden.

[0040] In dem erläuterten Beispiel nach dem Stand der Technik gemäß Figur 8a sind also die Strahler 7 und 12 in den Antennengruppen 5, 10 des Antennenarrays über Kabel oder Koaxial-Systeme oder andere Systeme unter Verwendung von Phasenschiebern 15 miteinander verbunden. Das Antennenarray ist in der Regel breitbandig ausgelegt und deckt die Empfangs- und Sendefrequenzen ab. Um eine möglichst gute Nebenkeulen-Unterdrückung (Sidelobe-Suppression) zur Interferenz-Reduzierung zu erhalten, werden die Phasenschieber mit einer sogenannten abfallenden Leistungsaufteilung (Power-Tapering) ausgelegt. D.h., die Strahler, die eher in der Mitte oder im mittleren Bereich der jeweiligen Antennengruppe 5, 10 angeordnet sind, erhalten höhere Leistungsanteile als die am äußeren Rand oder benachbart zum äußeren Rand liegenden Strahler 7, 12 oder Antennen-Untergruppen 6, 11 (s. Figur 8b). Damit ergibt sich die in Figur 8b dargestellte Leistungsverteilung, die für den Downlink-Fall optimal sein kann, allerdings für den Uplink-Fall ein Problem darstellt, da sich nunmehr für das Gesamt-Antennenarray im mittleren Bereich X eine niedrigere Leistungsverteilung ergibt, wodurch sich größere Side-Lobes, also größere Nebenkeulen, vor allem in Horizontalausrichtung oder geringfügig darunter ergeben, die ausgesprochen unerwünscht sind, weil sie in benachbarte Zellen strahlen. Die Figur 11 zeigt ein entsprechendes vertikales Strahlungsdiagramm. In Figur 8b ist dabei über der X-Achse die jeweilige Amplitude oder Leistung für die betreffenden Strahler 7, 12 der jeweiligen Antennen-Untergruppe 6, 11 der beiden Antennengruppen 5, 10 dargestellt.

[0041] Zur Vermeidung dieser Nachteile wird nachfolgend nunmehr anhand von Figur 1 ein erstes verbessertes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel erläutert. Die bisher gemachten Ausführungen bezüglich der Gestaltung und des Aufbaus des erläuterten Antennenarrays gelten dabei gleichermaßen auch für die nachfolgend im Rahmen der Erfindung verwendeten Antennenarrays, sofern nicht noch weitere Varianten und Abwandlungen vorgesehen sind. Gleiche Bezugszeichen betreffen insoweit auch gleiche Teile und Bestandteile und Komponenten, wie sie bisher anhand von Figur 8a erläutert wurden.

[0042] Eine erfindungsgemäße Antenne kann dabei beispielsweise im Sendebetrieb in einem Frequenzband von 2110 MHz bis 2155 MHz betrieben werden. Der Empfangsbereich kann beispielsweise zwischen 1710 MHz bzw. 1755 MHz liegen. Die nachfolgend gemachten Ausführungen gelten grundsätzlich für jeden Übertragungsstandard bzw. für jedes zugrunde gelegte Frequenzband insbesondere im Mobilfunkbereich, also beispielsweise für das 900 MHz-Band, dass

1800 MHz oder 1900 MHz-Band, für den UMTS-Mobilfunkstandard (der in verschiedenen Ländern und Regionen in unterschiedlichen Frequenzbereichen, beispielsweise im 1920 MHz bis 2170 MHz-Band abgewickelt wird) und/oder beispielsweise auch für den LTE-Mobilfunkstandard etc. Einschränkungen auf bestimmte Frequenzbereiche gelten insoweit nicht. Es ist lediglich davon auszugehen, dass für den Uplink (Empfangsbetrieb) und den Downlink (Sendebetrieb) versetzt zueinander liegende Frequenzbänder oder Frequenzbereiche vorgesehen sind. Für die nachfolgend noch erläuterten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele erweist es sich ferner als vorteilhaft, wenn die Anzahl der Antennen-Untergruppen 6, 11 wie aber auch die Anzahl der Strahler 7, 12 pro Antennengruppe 5, 10 gleich ist, obwohl auch eine ungleiche Anzahl von Antennen-Untergruppen 6, 11 bzw. von Strahlern 7, 12 vorhanden sein können.

[0043] Die bevorzugt anhand von Figur 8a beschriebenen dualpolarisierten Strahler können auch bei den erfindungsgemäßen Antennenarrays in einer +45° und -45° Ebene polarisiert sein (ohne dass dies eine zwingende Voraussetzung ist). Ferner können sie auch horizontal oder vertikal, rechts- oder linksdrehend, zirkularpolarisiert, elliptisch polarisiert oder auch nur horizontal oder vertikal polarisiert sein. Alle genannten Polarisationen bzw. Polarisationskombinationen können gleichermaßen auch im Rahmen der nachfolgend noch erläuterten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele angewendet werden.

[0044] Der Aufbau des erfindungsgemäßen Antennenarrays gemäß Figur 1 entspricht also grundsätzlich jenem, wie er anhand von Figur 8a für den Stand der Technik erläutert wurde. Im Empfangsbetrieb, d.h. also im Uplink-Betrieb, werden für jede der beiden Antennengruppen 5, 10 und für jede Polarisation die entsprechenden Empfangssignale Rx (Uplink) über ein Speisernetzwerk N11 bzw. N12 für die erste Antennengruppe 5 (für Signale, die in der ersten Polarisationssebene bzw. in der zweiten Polarisationssebene übertragen werden) einer Speisestelle Rx1 bzw. Rx2 zugeführt. Die Speisestellen Rx1 und Rx2 dienen dabei auch als Einspeisestellen für die Sendesignale (Downlink), also als Speisestellen Tx1 und Tx2, um hierüber die Signale für die beiden Polarisationen für die erste Antennengruppe 5 in das zugehörige Speisernetzwerk N11 bzw. N12 (polarisationsabhängig) einzuspeisen.

[0045] Für die zweite oder obere Antennengruppe 10 ist ein entsprechendes Speisernetzwerk N21 und N22 für die beiden Polarisationssebenen vorgesehen, wobei hierüber nur Empfangssignale R_x (Uplink) empfangen und in der Regel keine Sendesignale T_x (Downlink) gesendet werden. Sollte ein einfach polarisiertes Antennenarray zum Einsatz kommen, würde natürlich jeweils nur ein entsprechendes Speisernetzwerk für die eine verwendete Polarisation der ersten bzw. zweiten Antennengruppe vorgesehen sein.

[0046] Die erläuterten Antennengruppen 5, 10 werden dabei an eine gemeinsame Sende-Empfangseinheit SE angeschlossen, die beispielsweise aus einem antennennah oder einem in der Antenne (am Antennenmast) montierten Remote-Radio-Head (RRH) besteht oder ein Remote-Radio-Head (RRH) umfassen kann. Es ist auch möglich, dass die Sende-Empfangseinheit zusätzlich als Basisband-Einheit fungiert und entsprechende Verarbeitungen vornimmt, insbesondere intelligente Verfahren.

[0047] Zur Anwendung gelangt nunmehr im Rahmen der Erfindung eine frequenzabhängige Leistungs- oder Amplitudenverteilung für das resultierende Strahlungsdiagramm, d.h. eine unterschiedliche Leistungs- oder Amplitudenverteilung für den Uplink- und den Downlink-Fall. Bei dem ersten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel, wie es anhand von Figur 1 erläutert wird, ist wiederum in Figur 1 links vereinfacht ein Antennarray mit einer ersten oder unteren Antennengruppe 5 und einer dazu oberen (in der Regel vertikal darüber befindlichen) oder zweiten Antennengruppe 10 gezeigt, wobei jede Antennengruppe im gezeigten Ausführungsbeispiel wiederum fünf Antennen-Untergruppen 6, 11 umfasst. Jede der Antennen-Untergruppen weist zumindest einen oder mehrere Strahler 7, 12 auf, wie dies anhand von Figur 8a erläutert wurde.

[0048] Bei den erfindungsgemäßen Darstellungen gemäß den Figuren 1 bis 7 sind dabei die erste oder untere Antennengruppe 5 und die obere oder zweite Antennengruppe 10 mit den Antennen-Untergruppen 6, 11 nur vereinfacht dargestellt. Die einzelnen Antennen-Untergruppen sind dabei sowohl für die erste Antennengruppe 5 wie auch für die zweite Antennengruppe 10 jeweils von oben nach unten mit den einzelnen Zuordnungen a1, a2, a3, a4 bzw. a5 fortlaufend gekennzeichnet. Bei diesen Antennen-Untergruppen 6, 11 kann es sich um Ausführungen handeln, bei denen die vorgesehenen Strahler wie erläutert nur einfach polarisiert oder dual polarisiert sind, in Form einer sogenannten X-Polarisation ausgeführt sind etc.. Entsprechend ist der physikalische Aufbau bei dual polarisierten Strahlern durchzuführen, wie dies grundsätzlich anhand von Figur 8a erläutert ist. Im Folgenden wird von daher die Amplitudenverteilung für die einzelnen Strahler der einzelnen Antennen-Untergruppen jeweils nur für eine Polarisation dargestellt. Bei dual polarisierten Antennen gilt dies in der Regel entsprechend für beide Polarisationen, d.h. für die hierüber empfangenen oder gesendeten Signale. Es ist aber auch möglich die erfindungsgemäße Amplitudenverteilung nur auf eine Polarisation anzuwenden oder eine Verwendung von verschiedenen erfindungsgemäßen Amplitudenverteilungen je Polarisation.

[0049] Neben der vereinfachten Darstellung der ersten und zweiten Antennengruppe 5, 10 in Figur 1 links liegend ist rechts davon nunmehr für jede der Antennen-Untergruppen die Leistungs- oder Amplitudenverteilung dargestellt, und zwar auf einer zugehörigen horizontalen X-Achse. Da im Rahmen der Erfindung für den Empfangsbetrieb (Uplink) der Basisstation bevorzugt nicht nur die erste, sondern die erste und die zweite Antennengruppe 5, 10 eingesetzt wird, ist die Leistungs- und/oder Amplitudenverteilung nicht nur für die erste Antennengruppe 5, sondern auch für die zweite Antennengruppe 10 dargestellt. Rechts davon ist die Leistungs- und/oder Amplitudenverteilung für die erste oder untere

Antennengruppe 5 dargestellt, die nur für den Sendebetrieb eingesetzt wird, weshalb nur für die erste Antennengruppe 5 eine entsprechende Amplitudenverteilung für den Sendebetrieb (Tx-Betrieb) vorliegt.

[0050] Daraus ergibt sich, dass bezüglich der Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 eine Leistungs- oder Amplitudenverteilung im Empfangsbetrieb vorgesehen ist, die abwechselnd zwischen einer höheren und einer niedrigeren Stufe, also z.B. zwischen 0 dB und -3 dB wechselt. Es handelt sich hierbei um Signalpegelstufen.

[0051] Aus diesem Diagramm ist ferner zu ersehen, dass vor allem im mittleren Bereich X nunmehr im Empfangsbetrieb (Uplink) eine gegenüber dem Stand der Technik gemäß Figur 8b nicht mehr relativ abgesenkte Leistungs- oder Amplitudenverteilung vorliegt, sondern eine Amplitudenverteilung mit einer demgegenüber höheren oder größeren relativen Amplitude, so dass vor allem in dem kritischen Uplink-Fall die Side-Lobes (Nebenkeulen) kleiner werden. Das daraus resultierende Strahlungsdiagramm für den Empfangsfall ist in Figur 12 zu sehen. Der Vergleich mit der Figur 11, die ein entsprechendes Diagramm für den angegebenen Stand der Technik zeigt, verdeutlicht den Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung.

[0052] Um jedoch auch für den Downlink-Fall ein optimales Strahlungsdiagramm zu erzeugen, schlägt die Erfindung ferner vor, dass im Sende- bzw. Downlink-Betrieb nur eine Antennengruppe, im gezeigten Ausführungsbeispiel die untere oder erste Antennengruppe 5 aktiv ist, während die zweite oder obere Antennengruppe 10 für den Downlink-Betrieb unwirksam ist, d.h. keine Signale ausgestrahlt werden. Dabei wird hier ähnlich wie im Stand der Technik ein Power-Tapering durchgeführt, bei welchem also an den mittleren Antennen-Untergruppen 11 und/oder den zugehörigen Strahlern 12 ein höherer relativer Signalpegel anliegt als an den äußeren oder vorletzten Antennen-Untergruppen 11.

[0053] Somit ergibt sich entsprechend der Darstellung gemäß Figur 1 die bevorzugte erfindungsgemäße Lösung (beispielsweise für ein Antennenarray mit einer ersten und zweiten Antennengruppe 5, 10, die jeweils fünf Antennen-Untergruppen 6, 11 umfasst, und zwar mit einem oder mehreren Strahlern in jeder Antennen-Untergruppe), bei welcher sich für den Empfangsbetrieb für die einzelnen nebeneinander sitzenden Strahler in den Antennengruppen beispielsweise die anhand von Figur 1 in der Mitte gezeigte relative Amplitudenverteilung ergibt. Im Sendebetrieb hingegen - bei welchem nur die erste Antennengruppe und die zugehörigen Strahler aktiv sind - ergibt sich die anhand von Figur 1 auf der rechten Seite wiedergegebene optimale Leistungsverteilung über die Antennen-Untergruppen hinweg, bei der die Strahler der mittleren Antennen-Untergruppe eine sehr viel höhere Leistung oder Amplitude erhalten, als jene Strahler, die in den äußersten oder benachbart zu den äußersten Antennen-Untergruppen 6, 11 angeordnet sind.

[0054] Anhand von Figur 2 ist für ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel gezeigt, wie die relative Leistungs- oder Amplitudenverteilung in einem zur Erfindung gehörenden ersten Empfangsbetrieb eingestellt ist.

[0055] Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 unterscheidet sich von jenem gemäß Figur 1 dadurch, dass für die zweite Antennengruppe 10 der zugehörige unterste Strahler 12 oder die zugehörige unterste Antennen-Untergruppe 11, die mit a5 in Figur 2 gekennzeichnet ist und unmittelbar benachbart (oberhalb) zu der mit a1 gekennzeichneten ersten oder obersten Antennen-Untergruppe 6 der ersten oder unteren Antennengruppe 5 zu liegen kommt, bezüglich aller in der zweiten Antennengruppe 10 vorgesehenen Antennen-Untergruppen 11 die höchste Leistung oder Amplitude erhält. Von dieser zuunterst liegenden Antennen-Untergruppe 11 (die wie erwähnt mit a5 in Figur 2 gekennzeichnet ist) nimmt die Leistungs- oder Amplitudenverteilung zur obersten Antennen-Untergruppe 11 (die in Figur 2 mit a1 gekennzeichnet ist) stufenweise ab, beispielsweise um -3 dB je Antennen-Untergruppe. Dadurch nimmt die relative Leistung oder Amplitude von den Strahlern, die zur innersten oder untersten Antennen-Untergruppe 11 gehören zu den Strahlern die zur äußersten oder am höchsten liegenden Antennen-Untergruppe 11 gehören, mit den aus Figur 2 ersichtlichen Amplituden-Schritten ab, nämlich z.B. mit folgenden Schritten (dB)

0 / -3 / -6 / -9 / -12

wodurch sich der treppenförmige Verlauf der Leistungs- oder Amplitudenverteilung in der oberen oder zweiten Antennengruppe 10 im Uplink- oder Empfangsbetrieb ergibt. Dieser Verlauf kann auch, wie bei der ersten Antennengruppe, frequenzabhängig sein. Denkbar wäre dieser Fall zum Beispiel, wenn die zweite Antennengruppe ebenfalls unabhängig von einer anderen Antennengruppe im Sendebetrieb arbeiten soll.

[0056] Die Varianten gemäß Figuren 1 und 2 sollen nur belegen, dass insbesondere bezüglich der zweiten Antennengruppe 10 in weiten Bereichen eine unterschiedliche Amplitudenverteilung möglich ist, vorzugsweise jedoch eine solche, bei der die Amplitude in der untersten Antennen-Untergruppe 11 der zweiten Antennengruppe 10 der Amplitude in der benachbarten obersten Antennen-Untergruppe 6 der ersten Antennengruppe 5 entspricht. Die angegebenen Amplituden sind auf das Maximum normiert. Im Betrieb werden die Amplituden der Antennengruppen über die Sende-Empfangseinheit SE vorzugsweise so eingestellt, dass beide Antennengruppen mit weitgehend gleicher Amplitude gespeist werden. Äquivalent zum Empfangsfall kann man auch sagen, dass die empfangenen Signale in der Sende-Empfangseinheit SE vorzugsweise gleich gewichtet werden.

[0057] Anhand von Figur 3 ist eine weitere Abwandlung gezeigt, bei der die Amplitudenverteilung der ersten Anten-

nengruppe 5 für den Empfangsbetrieb (Uplink) von der untersten (äußeren) Antennen-Untergruppe (mit a5 in Figur 3 gekennzeichnet) zur obersten Antennen-Untergruppe 6 (mit a1 in Figur 3 gekennzeichnet) jeweils in Schritten mit 3 dB zunimmt. Auch hier ist die Amplitudenverteilung derart vorgenommen, dass die Amplitude der in diesem Fall zuoberst liegenden Antennen-Untergruppe 6 der ersten Antennengruppe 5 gleich ist mit zu der Amplitude der dazu benachbart liegenden untersten Antennen-Untergruppe 11 der zweiten Antennengruppe 10. Der abgestufte Amplitudenverlauf bezüglich der Antennen-Untergruppen 11 der zweiten Antennengruppe 10 entspricht ansonsten dem Verlauf, wie er anhand des Ausführungsbeispiels 2 erläutert wurde.

[0058] Im Rahmen der Erfindung ist primär die relative Leistungs- und Amplitudenverteilung zwischen den Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 für den Empfangsbetrieb zum einen und dem Sendebetrieb zum anderen von Bedeutung. Wichtig ist hier die im Rahmen der Erfindung vorgeschlagene frequenzabhängige Amplitudenverteilung für den Sende- und den Empfangsbetrieb. Die Amplitudenverteilung für die lediglich für den Empfangsbetrieb vorgesehene zweite Antennengruppe 10 kann im Rahmen unterschiedlicher Varianten bevorzugte Werte aufweisen.

[0059] Die erfindungsgemäße Lösung ist durch den Betrag der Differenz

$$D = | A_{RX} - A_{TX} |$$

gekennzeichnet, wobei diese betragsmäßige Differenz D

- mindestens 0,2 dB multipliziert mit der Anzahl Z der Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 und
- maximal 5,0 dB multipliziert mit der Anzahl Z der Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 beträgt, wobei
- A_{RX} die relative Amplitude der äußeren oder vorletzten Antennen-Untergruppe 6 bezogen auf die höchste Amplitude der Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 bei einer Empfangsfrequenz und
- A_{TX} die relative Amplitude der äußeren oder vorletzten Antennen-Untergruppe 6 bezogen auf die höchste Amplitude der Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 bei einer Sendefrequenz ist.

[0060] Wenn hier im Folgenden von der Differenz D gesprochen wird, so ist damit, wie oben definiert, der jeweilige Betrag der Differenz gemeint.

[0061] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann aber die Untergrenze für die vorstehend genannte Differenz D auch 0,3 dB multipliziert mit der Anzahl Z der Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 oder in manchen Fällen bevorzugt auch noch größer als zumindest 0,4 dB multipliziert mit der Anzahl Z der Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 sein.

[0062] Ebenso kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Obergrenze der in Rede stehenden Differenz D maximal 4,0 dB oder maximal 3,0 dB oder in einigen anderen Fällen sogar maximal 2,5 dB oder sogar für einige Anwendungsfälle 2,0 dB jeweils multipliziert mit der Anzahl Z der Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 sein.

[0063] Wenn, wie vorstehend und im Zusammenhang mit den Ausführungsbeispielen, von "äußeren" oder "vorletzten" Antennen-Untergruppen 6 (bzw. 11) gesprochen wird, so ist bei der "äußeren Antennen-Untergruppe" beispielsweise bei der ersten Antennengruppe 5 bevorzugt die zuunterst (und/oder auch die zuoberst) liegende Antennen-Untergruppe 6 gemeint, die in den beigefügten Ausführungsbeispielen 1 bis 3 mit a5 (bzw. a1) und in den Ausführungsbeispielen 4 bis 7 mit a9 (bzw. a1) gekennzeichnet ist. Es handelt sich also bei der äußeren Antennen-Untergruppe bevorzugt um jene, die auf der zur zweiten oder oberen Antennengruppe 10 vorzugsweise entfernt liegenden Seite der ersten Antennengruppe angeordnet ist. Sofern von der vorletzten Antennen-Untergruppe 6 der ersten Antennengruppe 5 gesprochen wird, handelt es sich um die dazu benachbarte Antennen-Untergruppe, die ebenfalls zur zweiten oder oberen Antennengruppe 10 vorzugsweise entfernt liegt, gegebenenfalls aber auch dazu benachbart (und von daher in den Figuren 1 bis 3 mit a4 bzw. a2 und in den Figuren 4 bis 7 mit a8 bzw. a2 gekennzeichnet ist).

[0064] Für die vorstehend wiedergegebenen Bedingungen sind die entsprechenden Werte für die erste Antennen-Gruppe für den Sendebetrieb und den Empfangsbetrieb in den Figuren 1 bis 3 wiedergegeben.

[0065] Nachfolgend werden anhand der Figuren 4 bis 7 einige weitere Beispiele für erfindungsgemäße Lösungen beschrieben, nämlich beispielsweise ein Antennenarray mit einer ersten und zweiten Antennengruppe 5, 10, die jeweils neun Antennen-Untergruppen 6 bzw. 11 umfassen. In den Figuren sind jeweils auf der linken Seite die Antennen-Untergruppen jeweils mit a1 oben beginnend bis a9 unten in jeder Antennengruppe gekennzeichnet. Wie in den anderen Ausführungsbeispielen auch, ist in den Figuren rechts neben dem vereinfacht dargestellten Antennenarray die zugehörige relative Amplituden- oder Leistungsverteilung für die einzelnen Antennen-Untergruppen und/oder für die in den Antennen-Untergruppen vorgesehenen Strahler zunächst für den Empfangsbetrieb und nochmal rechts davon die Amplitudenverteilung für den Sendebetrieb wiedergegeben, der nur über die erste (untere) Antennengruppe 5 abgewickelt wird.

[0066] Figur 4 beschreibt dabei ebenfalls ein unterschiedlich abgestuftes Amplitudenmuster für den Empfangsbetrieb. Dabei erfolgt eine Amplitudenverteilung über drei unterschiedliche Pegelstufen hinweg dergestalt, dass die zuäußerst liegenden Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 wie aber auch die zuäußerst liegenden Antennen-Untergruppe 11 der zweiten Antennengruppe 10 auf einem gleichen relativen Amplitudenniveau liegen. Die dazu jeweils benachbart liegenden vorletzten Antennen-Untergruppen weisen ebenfalls ein gleiches Amplitudenniveau auf, jedoch um eine -3 dB Stufe niedriger.

[0067] In den Figuren ist dabei für die erste Antennengruppe 5 jeweils die oben wiedergegebene Differenz D angegeben, und zwar einmal bezüglich der äußersten Antennen-Untergruppe und zum anderen bezüglich der vorletzten Antennen-Untergruppe, jeweils bezogen auf die höchste Amplitude bezüglich einer zu dieser ersten Antennengruppe 5 gehörenden Antennen-Untergruppe 6. Die Differenz berechnet sich aus dem relativen Signalpegel, der an der jeweiligen Antennen-Untergruppe im Empfangsfrequenzbereich anliegt und dem relativen Signalpegel der an der jeweiligen Antennen-Untergruppe im Sendefrequenzbereich anliegt. Für diese Differenz ergibt sich einmal ein Wert von 12 dB bzw. 6 dB.

[0068] Ferner wird noch auf die Figuren 5, 6 sowie 7 verwiesen die entsprechende weitere abgewandelte Ausführungsbeispiele zeigen.

[0069] Die sich anhand der in den Figuren 1 bis 7 erläuterten Ausführungsbeispiele ergebenden Werte für die Differenz D, die Relativwerte A_{Rx} und A_{Tx} sowie die Grenzwerte, innerhalb derer sich die Differenz D im Rahmen der Erfindung bewegen soll, sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. Dabei sind für die Ausführungsbeispiele gemäß den Figuren 1, 2 und 3 auch die entsprechenden Werte eingetragen, für den Fall, dass die entsprechenden relativen Amplitudenwerte nicht für die jeweils äußere Antennen-Untergruppe, sondern für die vorletzte Antennen-Untergruppe bezogen auf die jeweils höchste Amplitude einer Antennen-Untergruppe berücksichtigt werden. Dazu ist in der nachfolgenden Tabelle in der zweiten Spalte angegeben, ob die Differenz D von der Amplitude einer äußeren Antennen-Untergruppe A/M bezogen auf eine maximale Amplitude oder von der Amplitude einer vorletzten Antennen-Untergruppe V/M bezogen auf die maximale Amplitude in dieser Antennengruppe berücksichtigt wird.

[0070] Anhand der Figuren 9 und 10 sind weitere Abwandlungen für eine erfindungsgemäße Antenne gezeigt, bei der ebenfalls die erste und zweite Antennengruppe jeweils neun Antennen-Untergruppen 6 bzw. 11 umfassen. Die Amplitudenabstufungen sind bei diesem Ausführungsbeispiel für den Empfangsbetrieb über die Antennen-Untergruppen hinweg wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7 ausgeführt.

[0071] Während jedoch, wie bei Figur 7, die erste Antennengruppe 5 im Sendebetrieb über die Antennen-Untergruppen hinweg Signale erhält, deren Signalpegel oder Amplitude von der mittleren Antennen-Untergruppe (die mit a5 gekennzeichnet ist) zu den äußeren Antennengruppen (mit a1 bzw. a9 gekennzeichnet) in gleichen Stufen abnimmt, zeigt das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 9 eine Variante, bei der alle Antennen-Untergruppen 6 mit einem gleichen Signalpegel bzw. einer gleichen Amplitude gespeist werden.

[0072] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 10 erhalten im Sendebetrieb alle Antennen-Untergruppen 6 der ersten Antennengruppe 5 einen gleichen Signalpegel (werden in der gleichen Amplitude gespeist), wobei lediglich die Antennen-Untergruppen a4 und a6 einen um eine 3 dB Stufe höheren Signalpegel oder höhere Amplitude erhalten.

Fig	A/M V/M	A_{rx} (dB)	A_{tx} (dB)	D (dB)	Z	Min	Max
1	A/M	0	-6	$D_{1,5} = 6$	5	1	25
2	A/M	0	-6	$D_{1,5} = 6$	5	1	25
3	A/M	0	-6	$D_1 = 6$	5	1	25
3	A/M	-12	-6	$D = 6$	5	1	25
4	A/M	0	-12	$D_{1,9} = 12$	9	1,8	45
4	V/M	-3	-9	$D_{2,8} = 6$	9	1,8	45
5	A/M	0	-12	$D_{1,9} = 12$	9	1,8	45
5	V/M	-6	-9	$D_{2,8} = 3$	9	1,8	45
6	A/M	0	-12	$D_{1,9} = 12$	9	1,8	45
6	V/M	0	-9	$D_{2,8} = 9$	9	1,8	45
7	A/M	0	-12	$D_1 = 12$	9	1,8	45
7	V/M	-3	-9	$D_2 = 6$	9	1,8	45
7	V/M	-21	-9	$D_8 = 12$	9	1,8	45

(fortgesetzt)

Fig	A/M V/M	A _{rx} (dB)	A _{tx} (dB)	D (dB)	Z	Min	Max
7	A/M	-24	-12	D ₉ = 12	9	1,8	45
9	V/M	-3	0	D ₂ = 3	9	1,8	45
9	V/M	-21	0	D ₈ = 21	9	1,8	45
9	A/M	-24	0	D ₉ = 24	9	1,8	45
10	A/M	0	-3	D ₂ = 3	9	1,8	45
10	V/M	-21	-3	D ₈ = 18	9	1,8	45
10	A/M	-24	-3	D ₉ = 21	9	1,8	45

[0073] Anhand der erläuterten Ausführungsbeispiele wird auch ersichtlich, dass die Leistungs- und Amplitudenverteilung bezüglich der Antennen-Untergruppen 11 der oberen oder zweiten Antennengruppe 10 ebenfalls in weiten Bereichen ganz unterschiedlich gewählt sein kann. Bevorzugt ist die Amplitudenverteilung derart, dass die Amplitude der untersten Antennen-Untergruppe 11, die in unmittelbarer Nachbarschaft zur unteren oder ersten Antennengruppe 5 zu liegen kommt, ein Amplituden- oder Leistungsniveau, also eine Amplitude aufweist, die bevorzugt gleich groß ist wie die Amplitude der obersten Antennen-Untergruppe 6 der ersten Antennengruppe 5, obgleich auch hier gewisse möglichst nicht zu große Amplitudenunterschiede vorgesehen sein können. Bei den erläuterten Ausführungsbeispielen sind jedoch diese Amplitudenniveaus der unmittelbar benachbarten Antennen-Untergruppen der ersten Antennengruppe auf gleichem Niveau, werden also mit der gleichen Amplitude gespeist. Ansonsten kann aber der Amplitudenverlauf über die Antennen-Untergruppen 11 der zweiten Antennengruppe 6 hinweg ebenfalls sehr unterschiedlich gestaltet sein, wie aus den Ausführungsbeispielen zu ersehen ist.

[0074] Bevorzugt ist allerdings in all diesen Varianten, dass im Empfangsbetrieb, bei welchem beide Antennengruppen 5, 10 eingesetzt werden, die Empfangssignale beider Antennengruppen 5, 10 in der Sende-Empfangseinheit SE, also im Empfänger oder Receiver, beispielsweise in Form eines Remote-Radio-Heads oder dergleichen, über moderne Verfahren wie beispielsweise MRC (Maximum Ratio Combining) oder ERC (Equal Ratio Combining) oder ähnliche Verfahren wie IRC oder dergleichen kombiniert werden. Dabei werden die einzelnen Signale in Amplitude und Phase gewichtet und korrigiert und optimal miteinander kombiniert. Somit lässt sich das Resultat auch als kombiniertes Antennenprogramm ausdrücken.

[0075] Bei den erläuterten Ausführungsbeispielen sind Amplitudenabstufungen von beispielsweise 3 dB zugrunde gelegt worden. Natürlich können hier auch beliebig andere Amplituden-Abstufungen zum Tragen kommen, beispielsweise Abstufungen von 2 dB, 1,5 dB oder sogar in Abstufungen, die von Stufe zu Stufe zumindest teilweise unterschiedliche Werte aufweisen. Die Amplituden-Abstufung zwischen zwei benachbarter Antennen-Untergruppen wird dabei in der Regel einen Wert zwischen 1 dB und 4 dB aufweisen, insbesondere zwischen 2 dB und 3 dB.

[0076] Ferner wird darauf hingewiesen, dass die erwähnten Phasenschieber oder Phasenschieberbaugruppen 15 bevorzugt mechanische Phasenschieber sind, die insbesondere elektrisch einstellbar sind. Somit kann also eine unterschiedliche Absenkung (Downtilt) bezüglich der ersten Antennengruppe 5, aber auch bezüglich der zweiten Antennengruppe 10 vorgenommen werden. Bevorzugt ist die Downtilteinstellung der ersten und zweiten Antennengruppe 5, 10 miteinander gekoppelt. Außerdem ist es möglich über die Sende- und Empfangseinheit den Downtilt im Empfangsfrequenzbereich separat einzustellen bzw. nachzuzustieren.

[0077] Die erwähnten Phasenschieber 15 dienen dabei nicht nur zum Verstellen des vertikalen Strahlungsdiagramms, sondern ermöglichen bevorzugt auch eine frequenzabhängige Leistungsverteilung. Mit anderen Worten haben die Phasenschieber für den Sende- oder Downlink-Betrieb (Tx) eine andere Leistungsaufteilung als für den Empfangs- oder Uplink-Betrieb (Rx). Die frequenzabhängige Amplitudenverteilung wird dabei allgemein im Speisernetzwerk N11, N12, N21 bzw. N22 vorgenommen, wobei wie erwähnt die frequenzabhängige Amplitudenverteilung bevorzugt durch die erwähnten Phasenschieber insbesondere in Form der mechanischen Phasenschieber realisiert sein kann. Es ist aber auch möglich die frequenzabhängige Amplitudenverteilung über einen frequenzabhängigen Leistungsteiler oder nur über das entsprechende Speisernetzwerk in Form eines sogenannten verteilten Systems bei dem in bzw. durch Leitungen frequenzabhängige Impedanzen gebildet werden, zu realisieren. Der Phasenschieber ist also nicht für die Erfindung unbedingt notwendig und stellt eine bevorzugte Ausführungsform dar. Ohne Phasenschieber könnte man auch eine Variante dieses Systems mit nichtveränderbarem oder nur bedingt veränderbarem Downtilt (nur im Empfangsfrequenzbereich durch die SE) schaffen.

[0078] Sowohl für den Uplink- als auch für den Downlink-Betrieb können die Phasenschieber so eingestellt werden, dass die resultierenden elektrischen Strahlungsdiagramme die gleiche vertikale Absenkung (den gleichen elektrischen

Downtilt) oder aber auch eine unterschiedliche vertikale Absenkung (elektrischer Downtilt) ermöglichen.

[0079] Die im Rahmen der Erfindung erläuterte Elektronik ist dabei so ausgelegt, dass zumindest zwei Antennengruppen 5, 10 für den Uplink- oder Empfangsbetrieb und eine Antennengruppe 5 für den Sendebetrieb und den Empfangsbetrieb vorgesehen sind (oder ein Vielfaches davon). Möglich ist beispielsweise auch, dass für den Uplinkbetrieb weitere Antennengruppen vorgesehen sind, beispielsweise drei Antennengruppen für den Uplinkbetrieb (wobei von den drei Antennengruppen nur eine Antennengruppe zusätzlich auch für den Downlinkbetrieb verwendet wird).

[0080] Ferner wird nochmals darauf hingewiesen, dass ebenso Anwendungen denkbar sind, bei denen beide Antennengruppen im Sendebetrieb verwendet werden. So kann insbesondere beispielsweise ein intelligentes Verfahren wie MIMO, SIMO oder MISO angewendet werden, genauso wie das gemeinsame Betreiben der Antennen im Downlink-Betrieb möglich ist, z.B. zur Erzielung eines höheren Antennengewinns. Bei den vorstehend genannten Verfahren MIMO, SIMO oder MISO handelt es sich bekanntermaßen in der Nachrichtentechnik um die Nutzung mehrerer Sendebetrieb und Empfangsantennen zur drahtlosen Kommunikation, wobei es sich bei der MIMO-Technik um die Verwendung mehrfacher Sendebetrieb und Empfangsantennen, bei der SIMO-Technik um die Verwendung einer Sendebetrieb und mehrerer Empfangsantennen und bei der MISO-Technik um eine Übertragung handelt, bei der mehrere Sendebetrieb aber nur eine Empfangsantenne eingesetzt werden.

[0081] Die Erfindung ist anhand von Antennenarrays beschrieben worden, die mit sogenannten X-polarisierten Strahlern arbeiten, also dualpolarisierten Strahlern. Wie erwähnt kann es sich aber auch um einfach polarisierte Strahler handeln. Insbesondere bei der Verwendung von dualpolarisierten Strahlern ist es ebenso möglich, dass die erfindungsgemäße Amplitudenverteilung nur auf eine Polarisation angewendet oder aber auch die Verwendung von verschiedenen erfindungsgemäßen Amplitudenverteilungen je Polarisation zum Tragen kommt.

[0082] Schließlich sind aber auch noch völlig andere Ausführungsformen und Betriebsarten mit anderen Pegeldifferenzen möglich. Dazu wird auch noch auf folgende weitere Tabelle verwiesen. In dieser werden weitere Pegeldifferenzen genannt die für den erfindungsgemäßen Betrieb des Antennensystems zweckmäßig sind. In der ersten Spalte werden die jeweiligen Betriebsarten den Figuren entsprechend genannt. Die Spalten A_{Rx} und A_{Tx} geben Amplituden wieder, wie sie neben den bereits genannten Ausführungsbeispielen sinnvoll sein können. Die Pegeldifferenzen ergeben sich entsprechend.

[0083] Das erläuterte aktive Antennensystem ist allgemein beschrieben worden. Mit anderen Worten kann das aktive Antennensystem mit den entsprechenden Antennengruppen und den zu den einzelnen Antennengruppen gehörenden Antennen-Untergruppen sowie die zu den einzelnen Antennen-Untergruppen gehörenden Strahler oder Strahlereinrichtungen grundsätzlich für ein einspaltiges Antennensystem wie aber auch für ein zwei- oder allgemein mehrspaltiges Antennensystem Anwendung finden.

[0084] Das heißt, dass das beschriebene und beanspruchte aktive Antennensystem in einer Spalte vorgesehen sein kann. Ebenso können entsprechende aktive Antennensysteme aber auch in einer zweiten, einer dritten oder allgemein in mehreren weiteren Spalten ausgebildet und/oder vorgesehen sein. Dabei sind in all diesen Fällen die Antennenspalten üblicherweise so ausgerichtet, dass sie entweder in Vertikalrichtung verlaufen oder gegenüber der Vertikalen leicht geneigt sind, das heißt in einem Winkel von vorzugsweise weniger als 45° , insbesondere weniger als 30° , 15° , 10° und insbesondere 5° .

Ausführungsform gemäß Figur	A_{Rx} / dB	A_{Tx} / dB	D / dB
1	0	-2	$D_{1,5} = 2$
1	0	-4	$D_{1,5} = 4$
2	0	-2	$D_{1,5} = 2$
2	0	-4	$D_{1,5} = 4$
3	0	-2	$D_1 = 2$
3	-4	-2	$D_5 = 2$
3	0	-4	$D_1 = 4$
3	-8	-4	$D_5 = 4$
4	0	-4	$D_{1,9} = 4$
4	0	-8	$D_{1,9} = 8$
4	-1	-4	$D_{2,8} = 3$
4	-2	-8	$D_{2,8} = 6$

(fortgesetzt)

5
10
15
20
25
30
35
40
45

Ausführungsform gemäß Figur	A_{RX} / dB	A_{TX} / dB	D / dB
5	0	-4	$D_{1,9} = 4$
5	0	-8	$D_{1,9} = 8$
5	-2	-4	$D_{2,8} = 2$
5	-4	-8	$D_{2,8} = 4$
6	0	-4	$D_{1,9} = 4$
6	0	-8	$D_{1,9} = 8$
6	0	-4	$D_{2,8} = 4$
6	0	-8	$D_{2,8} = 8$
7	0	-4	$D_1 = 4$
7	0	-8	$D_1 = 8$
7	-1	-3	$D_2 = 2$
7	-2	-6	$D_2 = 4$
7	-7	-3	$D_8 = 4$
7	-14	-6	$D_8 = 8$
7	-8	-4	$D_9 = 4$
7	-16	-8	$D_9 = 8$
9	-1	0	$D_2 = 1$
9	-2	0	$D_2 = 2$
9	-7	0	$D_8 = 7$
9	-14	0	$D_8 = 14$
9	-8	0	$D_9 = 8$
9	-16	0	$D_9 = 16$
10	0	-1	$D_1 = 1$
10	0	-2	$D_1 = 2$
10	-7	-1	$D_8 = 6$
10	-14	-2	$D_8 = 12$
10	-8	-1	$D_9 = 7$
10	-16	-2	$D_9 = 14$

Patentansprüche

1. Aktives Antennensystem mit folgenden Merkmalen:

- 50
- mit einer ersten für den Sende- und Empfangsbetrieb vorgesehenen Antennengruppe (5),
 - mit einer zweiten für den Empfangsbetrieb vorgesehenen Antennengruppe (10),
 - die beiden Antennengruppen (5, 10) sind übereinander angeordnet,
 - jede Antennengruppe (5, 10) umfasst zumindest zwei Antennen-Untergruppen (6 oder 11), wobei die erste Antennengruppe (5) zumindest zwei Antennen-Untergruppen (6) mit jeweils zumindest einem Strahler (7) und
 - 55 die zweite Antennengruppe (10) zumindest zwei Antennen-Untergruppen (11) mit zumindest jeweils einem Strahler (12) umfasst,
 - die Antennen-Untergruppen (6, 11) einer Antennengruppe (5, 10) sind über jeweils ein Speisernetzwerk (N11,

N12; N21, N22) miteinander verschaltet,

- die Speisenetzwerke (N11, N12; N21, N22) sind so aufgebaut, dass hierüber Phasen und Amplituden für jede Antennen-Untergruppe (6, 11) bereitgestellt werden, wobei die Speisenetzwerke (N11, N12; N21, N22) Phasenschieber (15) umfassen, und

- die Antennengruppen (5, 10) sind an eine gemeinsame Sende-Empfangseinheit (SE) angeschlossen,

gekennzeichnet durch die folgenden weiteren Merkmale

- das Speisenetzwerk (N11, N12) der ersten Antennengruppe (5) weist eine frequenzabhängige, d.h. für eine Sende- und eine Empfangsfrequenz eine unterschiedliche Amplitudenverteilung auf,

- das Speisenetzwerk (N11, N12) der ersten Antennengruppe (5) ist dabei so aufgebaut, dass folgende Bedingung erfüllt ist

$$Z * 0,2 \text{ dB} \leq | AR_x - AT_x | \leq Z * 5,0 \text{ dB}$$

wobei

- AR_x die Amplitude der äußeren Antennen-Untergruppe (6) bezogen auf die maximale Amplitude der Antennen-Untergruppen (6) bei einer Empfangsfrequenz und AT_x die Amplitude der äußeren Antennen-Untergruppe (6) bezogen auf die höchste Amplitude der Antennen-Untergruppen (6) bei einer Sendefrequenz ist, wobei die äußere Antennen-Untergruppe (6) jene äußere Antennen-Untergruppe (6) ist, die zur zweiten Antennengruppe (10) nicht benachbart sondern entfernt liegt,

oder

AR_x die Amplitude der vorletzten Antennen-Untergruppe (6) bezogen auf die maximale Amplitude der Antennen-Untergruppen (6) bei einer Empfangsfrequenz und AT_x die Amplitude der vorletzten Antennen-Untergruppe (6) bezogen auf die höchste Amplitude der Antennen-Untergruppen (6) bei einer Sendefrequenz ist, wobei die vorletzte Antennen-Untergruppe (6) jene vorletzte Antennen-Untergruppe (6) ist, die zur zweiten Antennengruppe (10) nicht benachbart sondern entfernt liegt,

- Z die Anzahl der Antennen-Untergruppen (6) der ersten Antennengruppe (5) darstellt,

- die Antennen-Untergruppe (11) der zweiten Antennengruppe (10) und die Antennen-Untergruppe (6) der ersten Antennengruppe (5), die in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander liegen, weisen eine Amplitude auf, die gleich groß ist,

- die Antennen-Untergruppe (11) der zweiten Antennengruppe (10), die unmittelbar benachbart zur ersten Antennengruppe (5) liegt, erhält bezüglich aller in der zweiten Antennengruppe (10) vorgesehenen Antennen-Untergruppen (11) die höchste Amplitude,

- die Antennen-Untergruppen (6, 11) umfassen eine gleiche Anzahl von Strahlern (7, 12),

- das Antennensystem ist so ausgestaltet, dass im Empfangsbetrieb die erste und zweite Antennengruppe (5, 10) genutzt wird, und

- das Antennensystem ist so ausgestaltet, dass im Sendebetrieb nur die erste Antennengruppe (5) genutzt wird.

2. Antennensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Sende-Empfangseinheit (SE) vorgesehen ist, die so aufgebaut ist, dass die über die zumindest beiden Antennengruppen (5, 10) empfangenen Signale mittels eines MRC-, ERC- oder IRC-Verfahrens verarbeitet werden.

3. Antennensystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Phasenschieber (15) mechanische Phasenschieber (15) vorgesehen sind.

4. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Speisenetzwerk (N11, N12; N21, N22) frequenzabhängige Leistungsteiler umfasst.

5. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Phasenschieber (15) vorzugsweise in Form von mechanischen Phasenschiebern (15) zur Einstellung der Strahlabsenkung eine frequenzabhängige Leistungsteilung haben.

6. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antennensystem zumindest drei Antennengruppen (5, 10) umfasst, wobei drei Antennengruppen (5, 10) für den Empfangsbetrieb und eine

Antennengruppe (5) für den Sendebetrieb vorgesehen sind.

7. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antennengruppen (5, 10) eine gleiche Anzahl von Antennen-Untergruppen (6, 11) und/ oder die Antennen-Untergruppen (6, 11) eine gleiche Anzahl von Strahlern (7, 12), nämlich jeweils zwei Strahler (7, 12), umfassen.
8. Antennensystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahler (7, 12) einer Antennen-Untergruppe (6, 11) mit einem Phasenunterschied gespeist werden.
9. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antennensystem eine elektrisch einstellbare Strahl-Absenk-Einrichtung aufweist, die Phasenschieber (15) umfasst.
10. Antennensystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Strahl-Absenk-Einrichtungen vorgesehen sind und dass die Strahl-Absenk-Einrichtungen der Antennengruppen (5, 10) miteinander gekoppelt sind.
11. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antennensystem über die Sende- und Empfangseinheit (SE) und/oder die Speisernetzwerke (N11, N12; N21, N22) so betreibbar ist, dass das resultierende elektrische Strahlungsdiagramm für den Empfangs- und Sendebetrieb (Rx, Tx) auf eine unterschiedliche vertikale Absenkung einstellbar ist, insbesondere durch Einstellung der unterschiedlichen Phasenverschiebung und/ oder einer unterschiedlichen Leistungsaufteilung zwischen dem Empfangs- und dem Sendebetrieb (Rx, Tx).
12. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antennensystem über die Sende- und Empfangseinheit (SE) und/oder die Speisernetzwerke (N11, N12; N21, N22) so betreibbar ist, dass das resultierende elektrische Strahlungsdiagramm für den Empfangs- und Sendebetrieb (Rx, Tx) auf eine gleiche vertikale Absenkung einstellbar ist.
13. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite und/oder dritte Antennengruppe (10) der ersten Antennengruppe (5) entspricht, insbesondere dass die Typen der Antennengruppen gleich sind.
14. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahler (7, 12) der Antennen-Untergruppen (6, 11) der Antennengruppen (5, 10) dualpolarisiert sind, insbesondere linear(+/- 45°, horizontal oder vertikal), zirkular (links, rechts) oder elliptisch.
15. Antennensystem nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antennensystem so aufgebaut ist, dass nur für eine der beiden Polarisationen eine unterschiedliche frequenzabhängige Leistungsaufteilung oder dass für jede der beiden Polarisationen der dualpolarisierten Strahler (7, 12) eine unterschiedliche frequenzabhängige Leistungsaufteilung durchgeführt oder genutzt wird.
16. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antennensystem so aufgebaut ist, dass die Antennen-Untergruppen (6) der ersten Antennengruppe (5) im Sendebetrieb mit unterschiedlicher Leistung betrieben werden, wobei vorzugsweise eine mittlere Antennen-Untergruppe (6) mit der höchsten Amplitude versorgt wird, wohingegen zu den zu äußerst angeordneten Antennen-Untergruppen (6) die Amplituden stufenweise abnehmen, wobei die Änderung der Amplitude von einer Antennen-Untergruppe (6) zu einer benachbarten Antennen-Untergruppe (6) vorzugsweise zwischen 1 dB und 4 dB liegt.
17. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antennensystem so aufgebaut ist, dass im Sendebetrieb der ersten Antennengruppe (5) die Antennen-Untergruppen mit der annähernd gleichen Leistung oder Amplitude gespeist werden oder nur einzelne Antennen-Untergruppen (6) gegenüber den verbleibenden Antennen-Untergruppen mehr Leistung erhalten.
18. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antennensystem so aufgebaut ist, dass die Leistungs- oder Amplitudenverteilung für die Antennen-Untergruppen (6) der ersten Antennengruppe (5) im Empfangsbetrieb und/oder im Sendebetrieb zu einer mittleren Antennen-Untergruppe (6) oder zwei mittleren Antennen-Untergruppen (6) symmetrisch ist und/oder dass die annähernd gleiche Leistungs- oder Amplitudenverteilung genutzt wird.

19. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antennensystem so aufgebaut ist, dass im Empfangsbetrieb die unmittelbar benachbart zur zweiten Antennengruppe (10) vorgesehene Antennen-Untergruppe (6) der ersten Antennengruppe (5) mit der größten Leistung oder Amplitude betrieben wird und dass jede nachfolgende Antennen-Untergruppe (6) der ersten Antennengruppe (5) bis zur äußersten Antennen-Untergruppe (6), die der zweiten Antennengruppe (10) am entferntesten liegt, stufenweise niedrigere Leistungs- oder Amplitudenwerte erhält.
20. Antennensystem nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Amplitudenverteilung der Antennen-Untergruppen der zweiten Antennengruppe bei einer Empfangsfrequenz so gewählt wird, dass die gesamte Amplitudenverteilung aller Antennen-Untergruppen beider Antennengruppen bei einer Empfangsfrequenz im Wesentlichen einem Verlauf entspricht, der von den inneren zu den äußeren Antennen-Untergruppen, auf das Gesamtantennensystem betrachtet, hin abnimmt.
21. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Amplitudenverteilung bezüglich der Antennen-Untergruppen (6) der ersten Antennengruppe (5) der Amplitudenverteilung der Antennen-Untergruppen (11) der zweiten Antennengruppe (10) entspricht.
22. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Amplitude der Antennen-Untergruppe (6) der ersten Antennengruppe (5) unmittelbar benachbart zur zweiten Antennengruppe (11) einen Wert aufweist, der der Amplitude der untersten Antennen-Untergruppe (11) der zweiten Antennengruppe (10) entspricht.
23. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Speisernetzwerk (N11, N12) der ersten Antennengruppe (5) so aufgebaut ist, dass die folgende Bedingung erfüllt ist

$$Z * x \text{ dB} \leq | A_{Rx} - A_{Tx} | \leq Z * y \text{ dB}$$

wobei x einem Wert von 0,3 und/oder vorzugsweise 0,4 und y einem Wert von 4,0 oder 3,0 oder vorzugsweise 2,5 oder 2,0 entspricht.

Claims

1. Active antenna system, having the following features:
- comprising a first antenna group (5) which is provided for transmitting and receiving operation,
 - comprising a second antenna group (10) which is provided for receiving operation,
 - the two antenna groups (5, 10) are arranged above one another,
 - each antenna group (5, 10) comprises at least two antenna subgroups (6 or 11), the first antenna group (5) comprising at least two antenna subgroups (6) each comprising at least one radiator (7) and the second antenna group (10) comprising at least two antenna subgroups (11) each comprising at least one radiator (12),
 - the antenna subgroups (6, 11) of an antenna group (5, 10) are interconnected via a supply network (N11, N12; N21, N22) in each case,
 - the supply networks (N11, N12; N21, N22) are constructed in such a way that phases and amplitudes are provided for each antenna subgroup (6, 11), the supply networks (N11, N12; N21, N22) comprising phase shifters (15), and
 - the antenna groups (5, 10) are connected to a shared transmitting and receiving unit (SE),
- characterised by** the following further features
- the supply network (N11, N12) of the first antenna group (5) has an amplitude distribution which is frequency-dependent, i.e. a different amplitude distribution for a transmitting and a receiving frequency,
 - the supply network (N11, N12) of the first antenna group (5) is constructed in such a way that the following condition is met

$$Z * 0.2 \text{ dB} \leq |A_{Rx} - A_{Tx}| \leq Z * 5.0 \text{ dB}$$

wherein

- A_{Rx} is the amplitude of the outer antenna subgroup (6) on the basis of the maximum amplitude of the antenna subgroups (6) at a receiving frequency, and A_{Tx} is the amplitude of the outer antenna subgroup (6) based on the highest amplitude of the antenna subgroups (6) at a transmitting frequency, the outer antenna subgroup (6) being the outer antenna subgroup (6) that is not adjacent to, but rather remote from, the second antenna group (10), or

A_{Rx} is the amplitude of the penultimate antenna subgroup (6) on the basis of the maximum amplitude of the antenna subgroups (6) at a receiving frequency, and A_{Tx} is the amplitude of the penultimate antenna subgroup (6) based on the highest amplitude of the antenna subgroups (6) at a transmitting frequency, the penultimate antenna subgroup (6) being the penultimate antenna subgroup (6) that is not adjacent to, but rather remote from, the second antenna group (10),

- Z is the number of antenna subgroups (6) of the first antenna group (5),

- the antenna subgroup (11) of the second antenna group (10) and the antenna subgroup (6) of the first antenna group (5) that are located in the direct vicinity of one another have the same amplitude,

- the antenna subgroup (11) of the second antenna group (10) that is directly adjacent to the first antenna group (5) obtains the highest amplitude in relation to all of the antenna subgroups (11) which are provided in the second antenna group (10),

- the antenna subgroups (6, 11) comprise an equal number of radiators (7, 12),

- the antenna system is configured in such a way that the first and second antenna groups (5, 10) are used in receiving operation, and

- the antenna system is configured in such a way that only the first antenna group (5) is used in transmitting operation.

2. Antenna system according to claim 1, **characterised in that** a transmitting and receiving unit (SE) is provided which is constructed in such a way that the signals which are received via the at least two antenna groups (5, 10) are processed by an MRC, ERC or IRC method.

3. Antenna system according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** mechanical phase shifters (15) are provided as phase shifters (15).

4. Antenna system according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the supply network (N11, N12; N21, N22) comprises frequency-dependent power splitters.

5. Antenna system according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the phase shifters (15), preferably in the form of mechanical phase shifters (15), have a frequency-dependent power share for setting the radiation downtilt.

6. Antenna system according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the antenna system comprises at least three antenna groups (5, 10), three antenna groups (5, 10) being provided for the receiving operation and one antenna group (5) being provided for the transmitting operation.

7. Antenna system according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the antenna groups (5, 10) comprise an equal number of antenna subgroups (6, 11) and/or the antenna subgroups (6, 11) comprise an equal number of radiators (7, 12), namely two radiators (7, 12) in each case.

8. Antenna system according to claim 7, **characterised in that** the radiators (7, 12) of an antenna subgroup (6, 11) are supplied with a phase difference.

9. Antenna system according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the antenna system comprises an electrically adjustable radiation downtilt means which comprises phase shifters (15).

10. Antenna system according to claim 9, **characterised in that** a plurality of radiation downtilt means are provided, and that the radiation downtilt means of the antenna groups (5, 10) are interconnected.

11. Antenna system according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the antenna system can be operated by means of the transmitting and receiving unit (SE) and/or the supply networks (N11, N12; N21, N22) in such a way that the resulting electrical radiation diagram for the receiving and transmitting operation (Rx, Tx) can be set to a different vertical downtilt, in particular by setting the different phase shift and/or a different power division between the receiving and the transmitting operation (Rx, Tx).
12. Antenna system according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the antenna system can be operated by means of the transmitting and receiving unit (SE) and/or the supply networks (N11, N12; N21, N22) in such a way that the resulting electrical radiation diagram can be set to an equal vertical downtilt for the receiving and the transmitting operation (Rx, Tx).
13. Antenna system according to any one of claims 1 to 12, **characterised in that** the second and/or third antenna group (10) corresponds to the first antenna group (5), in particular **in that** the antenna groups are of the same type.
14. Antenna system according to any one of claims 1 to 13, **characterised in that** the radiators (7, 12) of the antenna subgroups (6, 11) of the antenna groups (5, 10) are dual-polarised, in particular linearly ($\pm 45^\circ$, horizontally or vertically), circularly (left-handed or right-handed) or elliptically.
15. Antenna system according to claim 14, **characterised in that** the antenna system is constructed in such a way that a different frequency-dependent power distribution is implemented or used for only one of the two polarisations, or in such a way that a different frequency-dependent power distribution is implemented or used for each of the two polarisations of the dual-polarised radiators (7, 12).
16. Antenna system according to any one of claims 1 to 15, **characterised in that** the antenna system is constructed in such a way that the antenna subgroups (6) of the first antenna group (5) are operated in transmitting operation at a different power, a central antenna subgroup (6) preferably being supplied with the highest amplitude, whilst the amplitudes decrease in steps to the outermost antenna subgroups (6), the change in amplitude from an antenna subgroup (6) to an adjacent antenna subgroup (6) preferably being between 1 dB and 4 dB.
17. Antenna system according to any one of claims 1 to 15, **characterised in that** the antenna system is constructed in such a way that when the first antenna group (5) is in transmitting operation, the antenna subgroups are supplied with approximately the same power or amplitude or only individual antenna subgroups (6) receive more power than the remaining antenna subgroups.
18. Antenna system according to any one of claims 1 to 17, **characterised in that** the antenna system is constructed in such a way that the power or amplitude distribution of the antenna subgroups (6) of the first antenna group (5) is symmetrical about a central antenna subgroup (6) or two central antenna subgroups (6) in receiving operation and/or in transmitting operation, and/or **in that** approximately the same power or amplitude distribution is used.
19. Antenna system according to any one of claims 1 to 17, **characterised in that** the antenna system is constructed in such a way that in receiving operation the antenna subgroup (6), which is provided immediately adjacent to the second antenna group (10), of the first antenna group (5) is operated at the highest power or amplitude, and **in that** each subsequent antenna subgroup (6) of the first antenna group (5) up to the outermost antenna subgroup (6), which is the furthest away from the second antenna group (10), obtains lower power or amplitude values in steps.
20. Antenna system according to claim 19, **characterised in that** the amplitude distribution of the antenna subgroups of the second antenna group at a receiving frequency is selected in such a way that the overall amplitude distribution of all of the antenna subgroups of the two antenna groups at a receiving frequency substantially corresponds to a progression which decreases from the inner to the outer antenna subgroups, as considered over the antenna system as a whole.
21. Antenna system according to any one of claims 1 to 18, **characterised in that** the amplitude distribution in relation to the antenna subgroups (6) of the first antenna group (5) corresponds to the amplitude distribution of the antenna subgroups (11) of the second antenna group (10).
22. Antenna system according to any one of claims 1 to 21, **characterised in that** the amplitude of the antenna subgroup (6) of the first antenna group (5) directly adjacent to the second antenna group (11) has a value which corresponds to the amplitude of the lowest antenna subgroup (11) of the second antenna group (10).

23. Antenna system according to any one of claims 1 to 22, **characterised in that** the supply network (N11, N12) of the first antenna group (5) is constructed in such a way that the following condition is met

$$Z * x \text{ dB} \leq | A_{Rx} - A_{Tx} | \leq Z * y \text{ dB}$$

wherein x corresponds to a value of 0.3 and/or preferably 0.4, and y corresponds to a value of 4.0 or 3.0 or preferably 2.5 or 2.0.

Revendications

1. Système d'antennes actif avec les caractéristiques suivantes :

- doté d'un premier groupe d'antennes (5) prévu pour les fonctionnements en émission et en réception,
- doté d'un deuxième groupe d'antennes (10) prévu pour le fonctionnement en réception,
- les deux groupes d'antennes (5, 10) sont disposés l'un au-dessus de l'autre,
- chaque groupe d'antennes (5, 10) comprend au moins deux sous-groupes d'antennes (6 ou 11), où le premier groupe d'antennes (5) comprend au moins deux sous-groupes d'antennes (6) avec respectivement au moins un dispositif de rayonnement (7) et le deuxième groupe d'antennes (10) comprend au moins deux sous-groupes d'antennes (11) avec au moins un dispositif de rayonnement (12),
- les sous-groupes d'antennes (6, 11) d'un groupe d'antennes (5, 10) sont connectés les uns avec les autres par le biais, chaque fois, d'un réseau d'alimentation (N11, N12 ; N21, N22),
- les réseaux d'alimentation (N11, N12 ; N21, N22) sont construits de telle manière que des phases et des amplitudes pour chaque sous-groupe d'antennes (6, 11) sont établies en conséquence, les réseaux d'alimentation (N11, N12 ; N21, N22) comprenant des déphaseurs (15), et
- les groupes d'antennes (5, 10) sont raccordés à une unité d'émission et de réception (SE) commune,

caractérisé par les autres caractéristiques suivantes

- le réseau d'alimentation (N11, N12) du premier groupe d'antennes (5) présente une distribution d'amplitudes variable en fonction de la fréquence, ce qui signifie une distribution d'amplitudes variable pour une fréquence d'émission et pour une fréquence de réception,
- le réseau d'alimentation (N11, N12) du premier groupe d'antennes (5) est ainsi construit pour que la condition suivante est réalisée

$$Z * 0,2 \text{ dB} \leq | A_{Rx} - A_{Tx} | \leq Z * 5,0 \text{ dB}$$

- A_{Rx} est l'amplitude du sous-groupe d'antennes (6) à l'extérieur par rapport à l'amplitude maximale des sous-groupes d'antennes (6) pour une fréquence de réception et A_{Tx} est l'amplitude du sous-groupe d'antennes (6) à l'extérieur par rapport à l'amplitude la plus élevée des sous-groupes d'antennes (6) pour une fréquence d'émission, où le sous-groupe d'antennes (6) à l'extérieur est le sous-groupe d'antennes (6) qui n'est pas voisin du deuxième groupe d'antennes (10), mais en est éloigné,
- ou
- A_{Rx} est l'amplitude de l'avant dernier sous-groupe d'antennes (6) par rapport à l'amplitude maximale des sous-groupes d'antennes (6) pour une fréquence de réception et A_{Tx} est l'amplitude de l'avant dernier sous-groupe d'antennes (6) par rapport à l'amplitude la plus élevée des sous-groupes d'antennes (6) pour une fréquence d'émission, où l'avant dernier sous-groupe d'antennes (6) est l'avant dernier sous-groupe d'antennes (6) qui n'est pas voisin du deuxième groupe d'antennes (10), mais en est éloigné,
- Z représente le nombre de sous-groupes d'antennes (6) du premier groupe d'antennes (5),
- le sous-groupe d'antennes (11) du deuxième groupe d'antennes (10) et le sous-groupe d'antennes (6) du premier groupe d'antennes (5), qui se situent immédiatement au voisinage l'un de l'autre, présentent une amplitude qui est de la même taille,
- le sous-groupe d'antennes (11) du deuxième groupe d'antennes (10) qui se situe immédiatement au voisinage du premier groupe d'antennes (5) obtient l'amplitude la plus élevée par rapport à tous les sous-groupes d'antennes (11) prévus dans le deuxième groupe d'antennes (10),

- les sous-groupes d'antennes (6, 11) comprennent un même nombre de dispositifs de rayonnement (7, 12),
- le système d'antennes est conçu de telle manière que, lors du fonctionnement en réception, les premier et deuxième groupes d'antennes (5, 10) sont utilisés, et
- le système d'antennes est conçu de manière à ce que, lors du fonctionnement en émission, uniquement le premier groupe d'antennes (5) est utilisé.

2. Système d'antennes selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une** unité d'émission et de réception (SE) est prévue qui est conçue de telle manière que les signaux reçus par le biais des au moins deux groupes d'antennes (5, 10) sont traités au moyen d'un procédé MRC, d'un procédé ERC ou d'un procédé IRC.

3. Système d'antennes selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'en tant que** déphaseurs (15), des déphaseurs (15) mécaniques sont prévus.

4. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le réseau d'alimentation (N11, N12 ; N21, N22) comprend des diviseurs de puissance dépendants de la fréquence.

5. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les déphaseurs (15) ont de préférence une division de puissance dépendant de la fréquence, sous la forme de déphaseurs (15) mécaniques destinés au réglage de la déviation du faisceau.

6. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le système d'antennes comprend au moins trois groupes d'antennes (5, 10), où les trois groupes d'antennes (5, 10) sont prévus pour le fonctionnement en réception et un groupe d'antennes (5) est prévu pour le fonctionnement en émission.

7. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les groupes d'antennes (5, 10) comprennent un même nombre de sous-groupes d'antennes (6, 11) et/ou les sous-groupes d'antennes (6, 11) comprennent un même nombre de dispositifs de rayonnement (7, 12), à savoir, respectivement deux dispositifs rayonnants (7, 12).

8. Système d'antennes selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les dispositifs de rayonnement (7, 12) d'un sous-groupe d'antennes (6, 11) sont alimentés avec un déphasage.

9. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le système d'antennes présente un dispositif de réduction de faisceau réglable électriquement qui comprend des déphaseurs (15).

10. Système d'antennes selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** plusieurs dispositifs de réduction de faisceau sont prévus et que les dispositifs de réduction de faisceau des groupes d'antennes (5, 10) sont couplés les uns aux autres.

11. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le système d'antennes peut fonctionner par le biais de l'unité d'émission et de réception (SE) et/ou les réseaux d'alimentation (N11, N12 ; N21, N22) peuvent fonctionner de telle manière que le diagramme de rayonnement électrique résultant peut être réglé avec une réduction verticale différente pour le fonctionnement en réception et en émission (Rx, Tx), en particulier, par un réglage du déphasage différent et/ou une distribution de puissance différente entre le fonctionnement en réception et le fonctionnement en émission (Rx, Tx).

12. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le système d'antennes peut être mis en fonctionnement par le biais de l'unité d'émission et de réception (SE) et/ou les réseaux d'alimentation (N11, N12 ; N21, N22) de telle manière que le diagramme de rayonnement électrique résultant peut être réglé sur une même réduction verticale pour le fonctionnement en réception et le fonctionnement en émission (Rx, Tx).

13. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le deuxième et/ou le troisième groupe d'antennes (10) correspondent au premier groupe d'antennes (5), en particulier, les types des groupes d'antennes sont identiques.

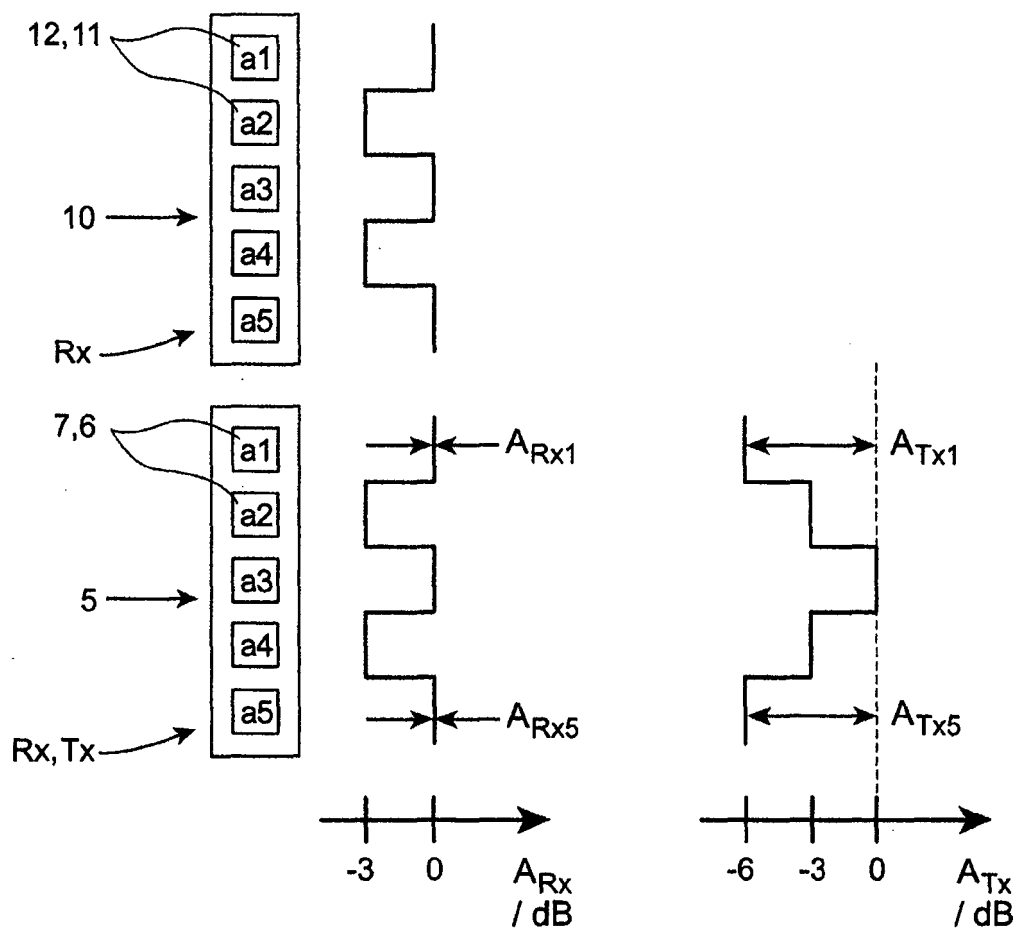
14. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** les dispositifs de rayonnement (7, 12) des sous-groupes d'antennes (6, 11) des groupes d'antennes (5, 10) sont à double polarisation, en particulier, linéairement (à +/-45 °, horizontalement ou verticalement), circulairement (vers la droite, vers la gauche), ou de

manière elliptique.

- 5 15. Système d'antennes selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le système d'antennes est construit de telle manière qu'uniquement pour l'une des deux polarisations, une distribution de puissance différente dépendante de la fréquence est effectuée ou utilisée, ou que pour chacune des deux polarisations des dispositifs de rayonnement (7, 12) à double polarisation, une distribution de puissance différente dépendante de la fréquence est effectuée ou est utilisée.
- 10 16. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** le système d'antennes est construit de manière à ce que les sous-groupes d'antennes (6) du premier groupe d'antennes (5) sont mis en fonctionnement avec des puissances variables dans le fonctionnement en émission, où, de préférence, un sous-groupe d'antennes (6) du milieu est alimenté avec l'amplitude la plus élevée, par contre, dans le cas des sous-groupes d'antennes (6) les plus à l'extérieur, les amplitudes diminuent progressivement, où la variation de l'amplitude d'un sous-groupe d'antennes (6) au sous-groupe d'antennes (6) voisin se situe de préférence entre 1 dB et 4 dB.
- 15 17. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** le système d'antennes est construit de manière à ce que, dans le fonctionnement en émission du premier groupe d'antennes (5), les sous-groupes d'antennes sont alimentés avec à peu près la même puissance ou amplitude, ou uniquement des sous-groupes d'antennes (6) individuels reçoivent davantage d'énergie que les sous-groupes d'antennes résiduels.
- 20 18. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que** le système d'antennes est construit de manière à ce que la distribution des puissances ou des amplitudes pour les sous-groupes d'antennes (6) du premier groupe d'antennes (5) est symétrique dans le fonctionnement en réception et/ou dans le fonctionnement en émission par rapport à un sous-groupe d'antennes (6) du milieu ou à deux sous-groupes d'antennes (6) du milieu, et/ou que la distribution des puissances ou des amplitudes à peu près identique est employée.
- 25 19. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé en ce que** le système d'antennes est construit de manière à ce que, dans le fonctionnement en réception, le sous-groupe d'antennes (6) du premier groupe d'antennes (5), prévu immédiatement au voisinage du deuxième groupe d'antennes (10), est mis en fonctionnement avec la puissance ou l'amplitude la plus élevée, et que chaque sous-groupe d'antennes (6) suivant du premier groupe d'antennes (5) jusqu'au sous-groupe d'antennes (6) le plus à l'extérieur, qui se situe le plus éloigné du deuxième groupe d'antennes (10), a des valeurs de puissance ou d'amplitudes de plus en plus faibles.
- 30 20. Système d'antennes selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** la distribution des amplitudes du sous-groupe d'antennes du deuxième groupe d'antennes est choisi pour une fréquence de réception telle que la distribution des amplitudes globale de tous les sous-groupes d'antennes des deux groupes d'antennes correspond, dans une fréquence de réception, dans l'ensemble à un échelonnement qui diminue à partir des sous-groupes d'antennes de l'intérieur vers les sous-groupes de l'extérieur lorsque l'on considère le système d'antennes global.
- 35 21. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 18, **caractérisé en ce que** la distribution des amplitudes relative aux sous-groupes d'antennes (6) du premier groupe d'antennes (5) correspond à la distribution des amplitudes des sous-groupes d'antennes (11) du deuxième groupe d'antennes (10).
- 40 22. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 21, **caractérisé en ce que** l'amplitude du sous-groupe d'antennes (6) du premier groupe d'antennes (5) immédiatement au voisinage du deuxième groupe d'antennes (11) présente une valeur qui correspond à l'amplitude du sous-groupe d'antennes (11) le plus bas du deuxième groupe d'antennes (10).
- 45 23. Système d'antennes selon l'une des revendications 1 à 22, **caractérisé en ce que** le réseau d'alimentation (N11, N12) du premier groupe d'antennes (5) est construit de manière que la condition suivante soit respectée
- 50

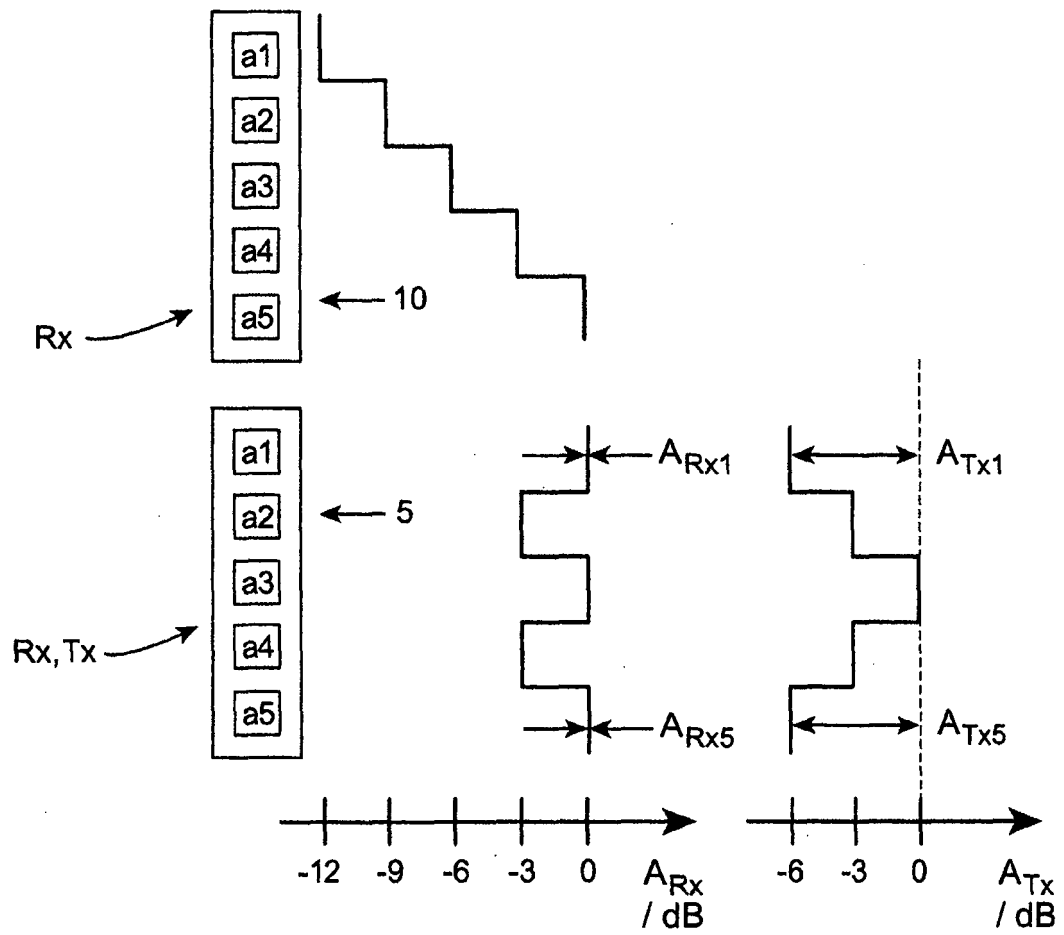
$$Z * x \text{ dB} \leq | ARx - ATx | \leq Z * y \text{ dB}$$

où x correspond à une valeur de 0,3 et/ou de préférence de 0,4 et y correspond à une valeur de 4,0 ou 3,0, ou de préférence, de 2,5 ou 2.



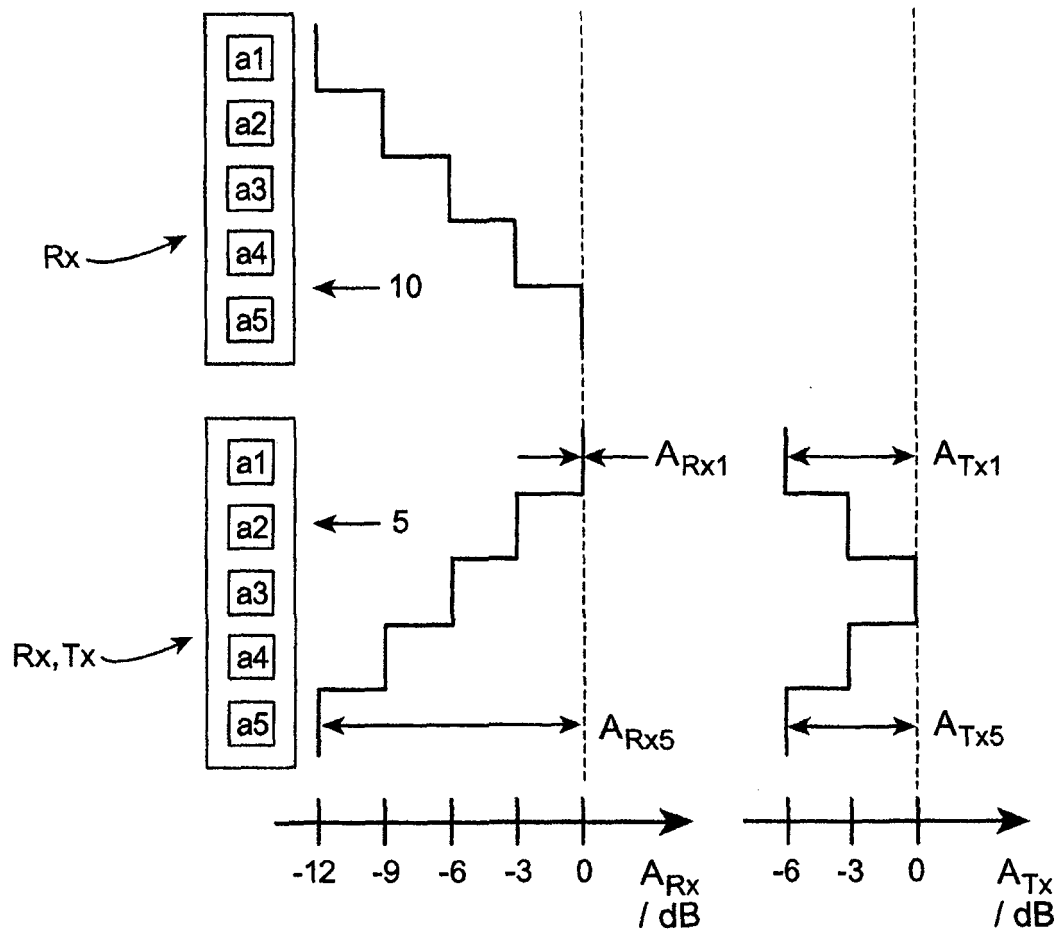
$$D_{1,5} = | A_{Rx1,5} - A_{Tx1,5} | = | 0 \text{ dB} - (-6 \text{ dB}) | = 6 \text{ dB}$$

FIG. 1



$$D_{1,5} = | A_{Rx1,5} - A_{Tx1,5} | = | 0 \text{ dB} - (-6 \text{ dB}) | = 6 \text{ dB}$$

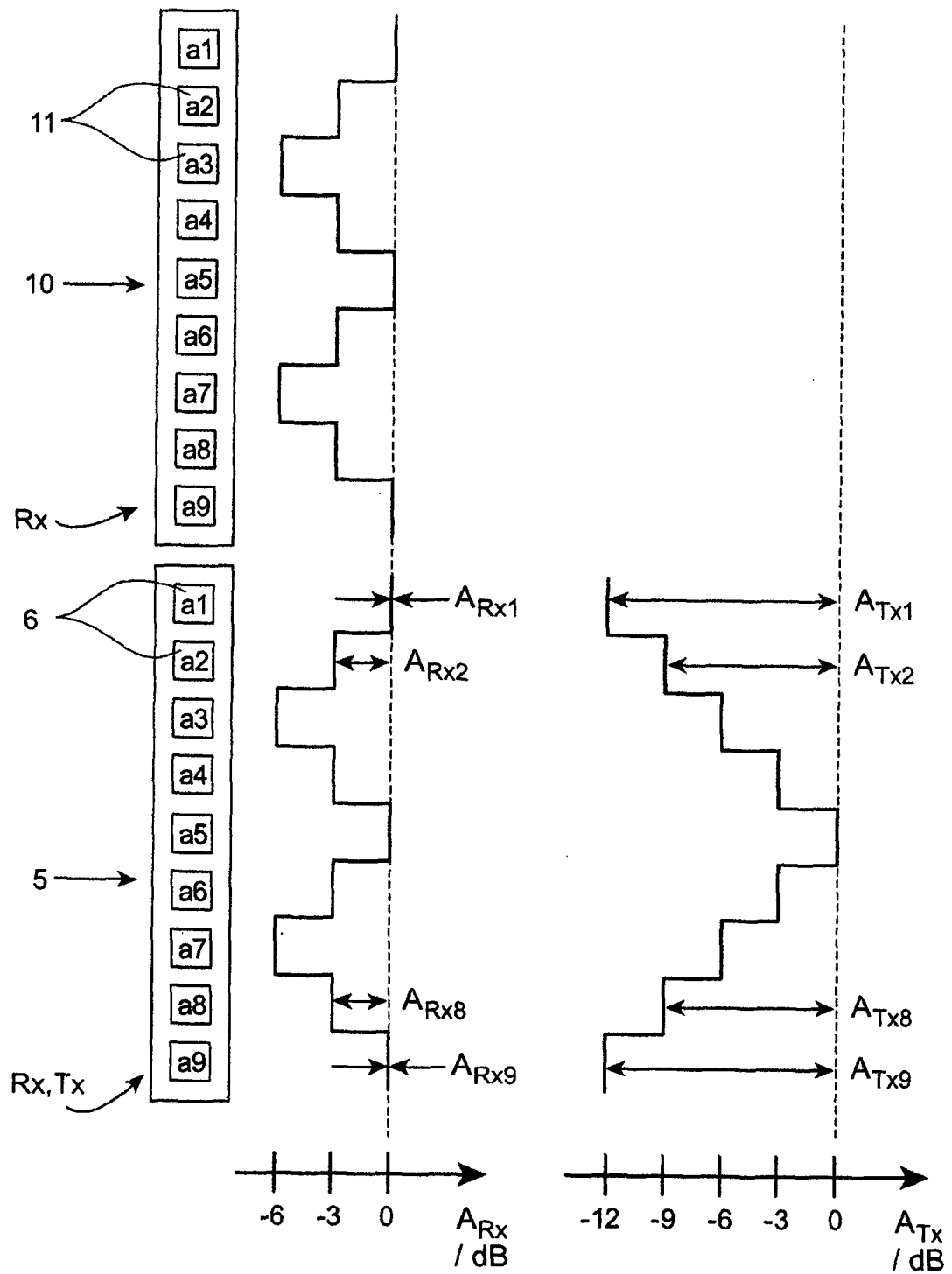
FIG. 2



$$D_1 = | A_{Rx1} - A_{Tx1} | = | 0 \text{ dB} - (-6 \text{ dB}) | = 6 \text{ dB}$$

$$D_5 = | A_{Rx5} - A_{Tx5} | = | -12 \text{ dB} - (-6 \text{ dB}) | = 6 \text{ dB}$$

FIG. 3



$$D_{1,9} = |A_{Rx1,9} - A_{Tx1,9}| = |0 \text{ dB} - (-12 \text{ dB})| = 12 \text{ dB}$$

$$D_{2,8} = |A_{Rx2,8} - A_{Tx2,8}| = |-3 \text{ dB} - (-9 \text{ dB})| = 6 \text{ dB}$$

FIG. 4

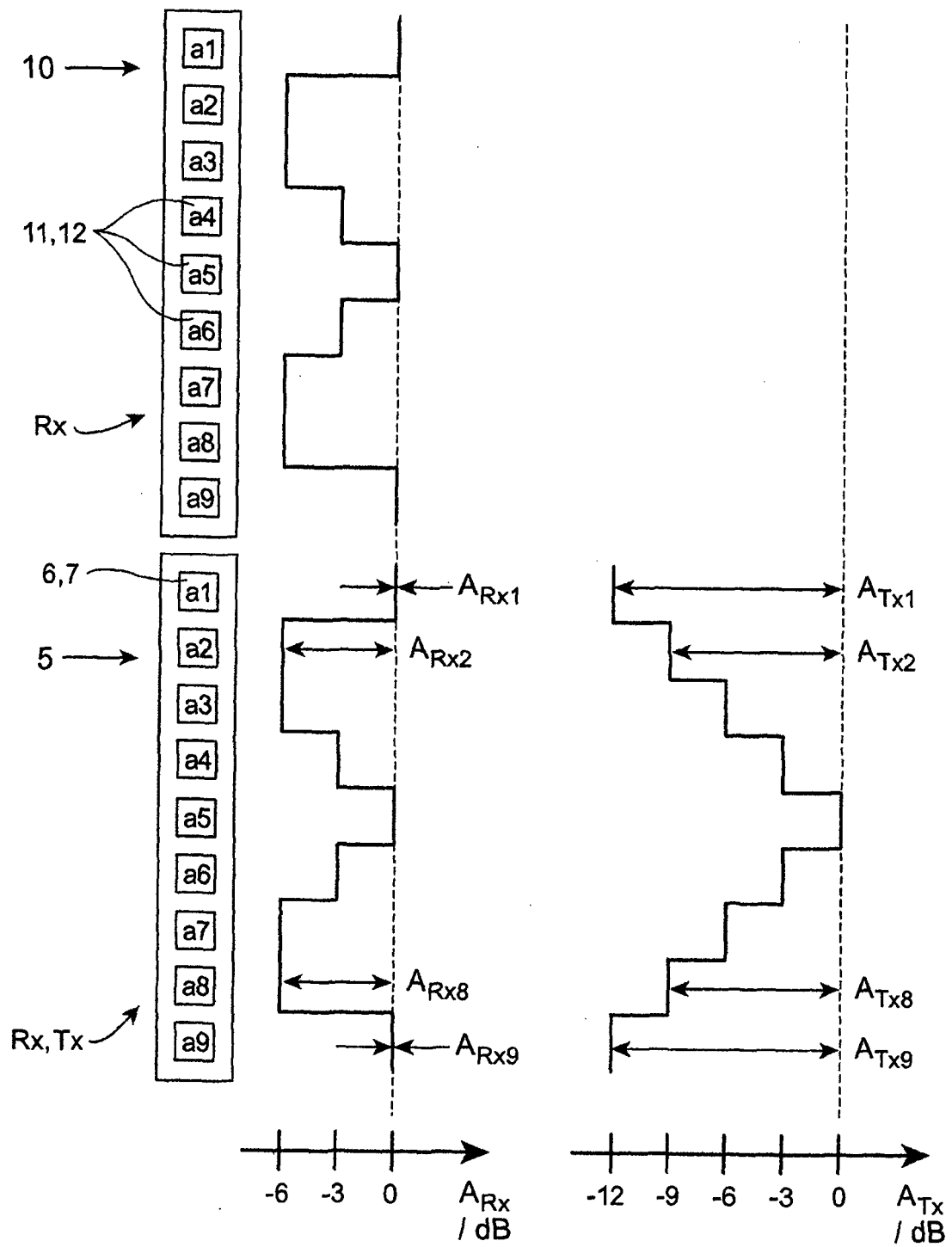


FIG. 5

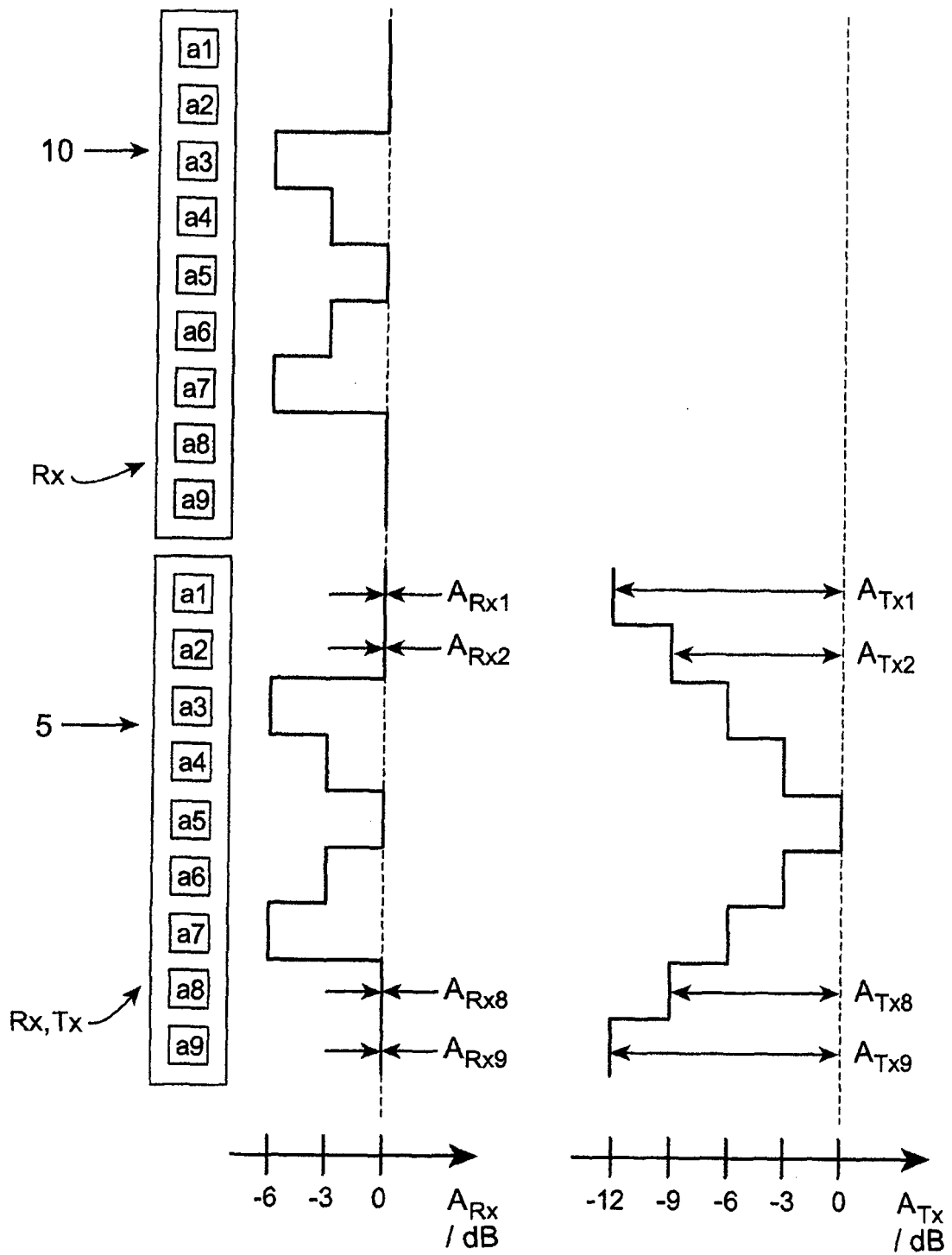
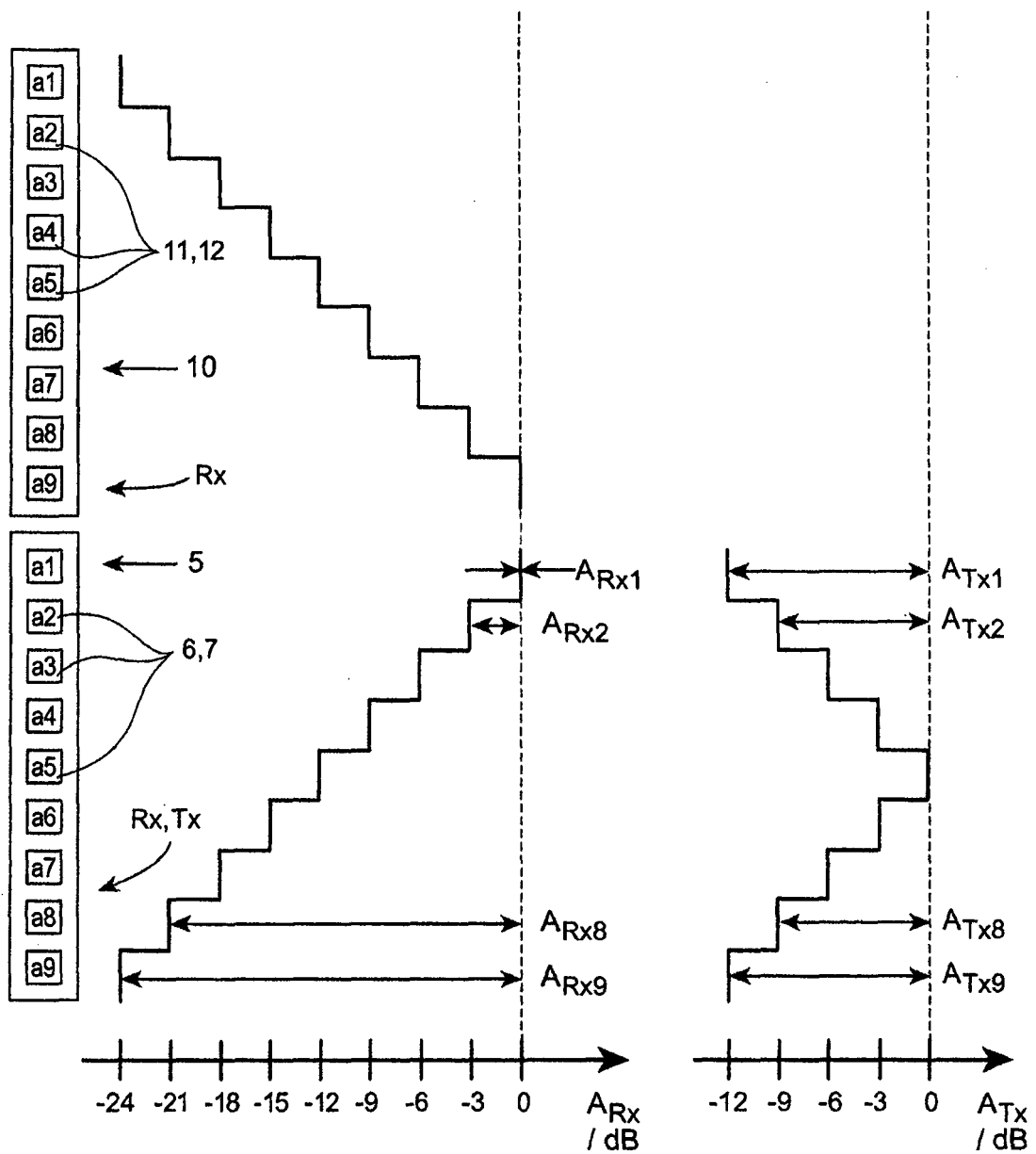


FIG. 6



$$D_1 = | A_{Rx1} - A_{Tx1} | = | 0 \text{ dB} - (-12 \text{ dB}) \text{ dB} | = 12 \text{ dB}$$

$$D_2 = | A_{Rx2} - A_{Tx2} | = | -3 \text{ dB} - (-9 \text{ dB}) \text{ dB} | = 6 \text{ dB}$$

$$D_8 = | A_{Rx8} - A_{Tx8} | = | -21 \text{ dB} - (-9 \text{ dB}) \text{ dB} | = 12 \text{ dB}$$

$$D_9 = | A_{Rx9} - A_{Tx9} | = | -24 \text{ dB} - (-12 \text{ dB}) \text{ dB} | = 12 \text{ dB}$$

FIG. 7

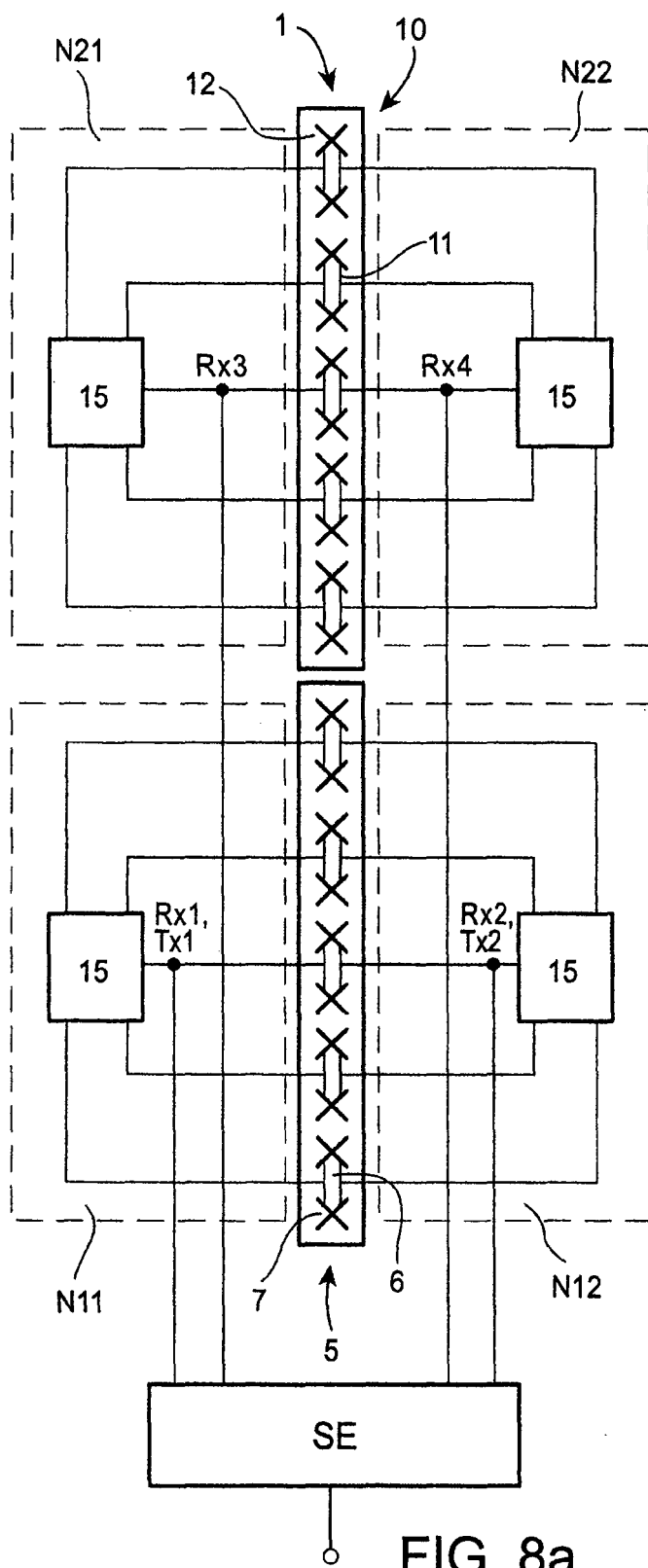
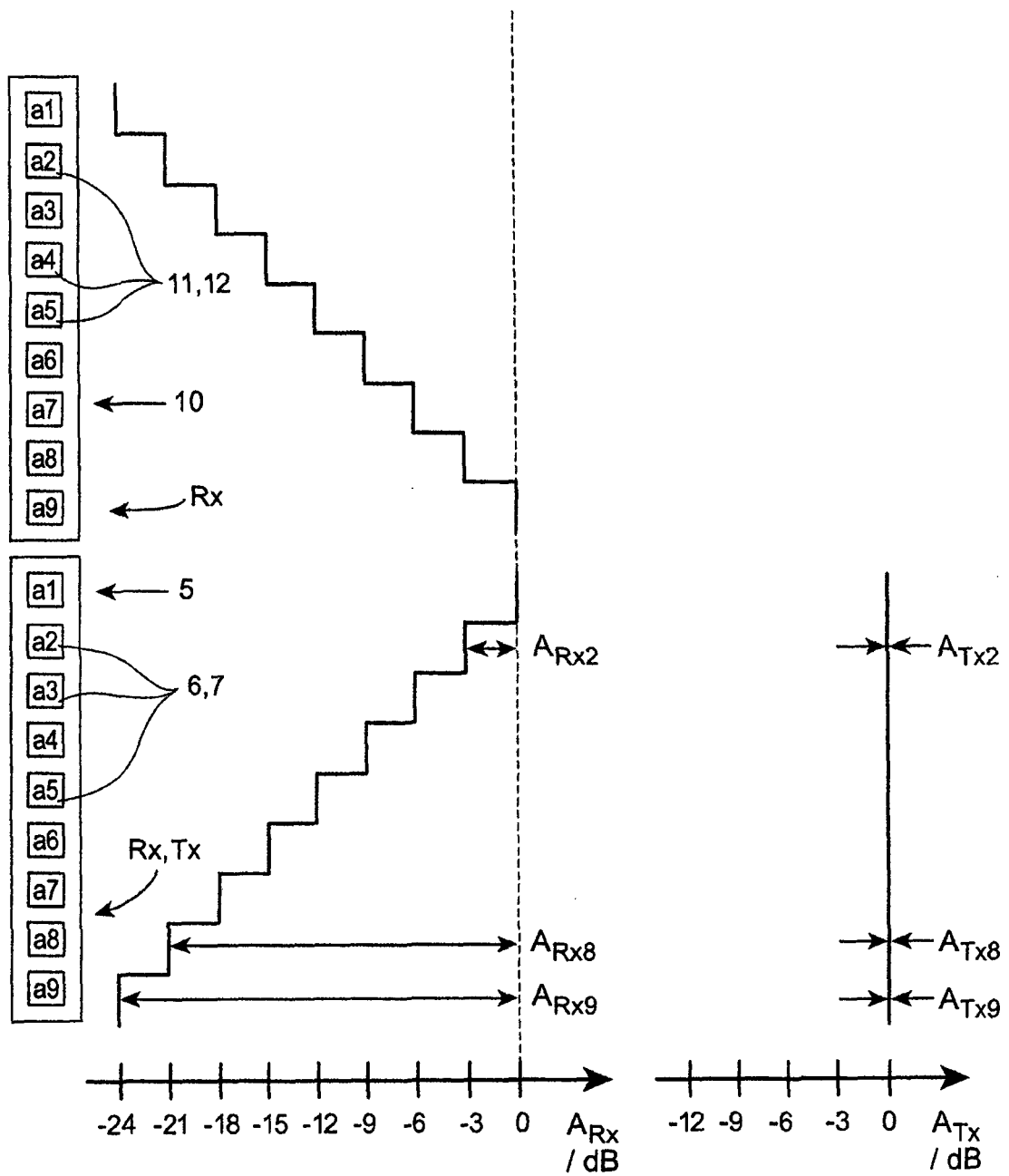


FIG. 8a

FIG. 8b

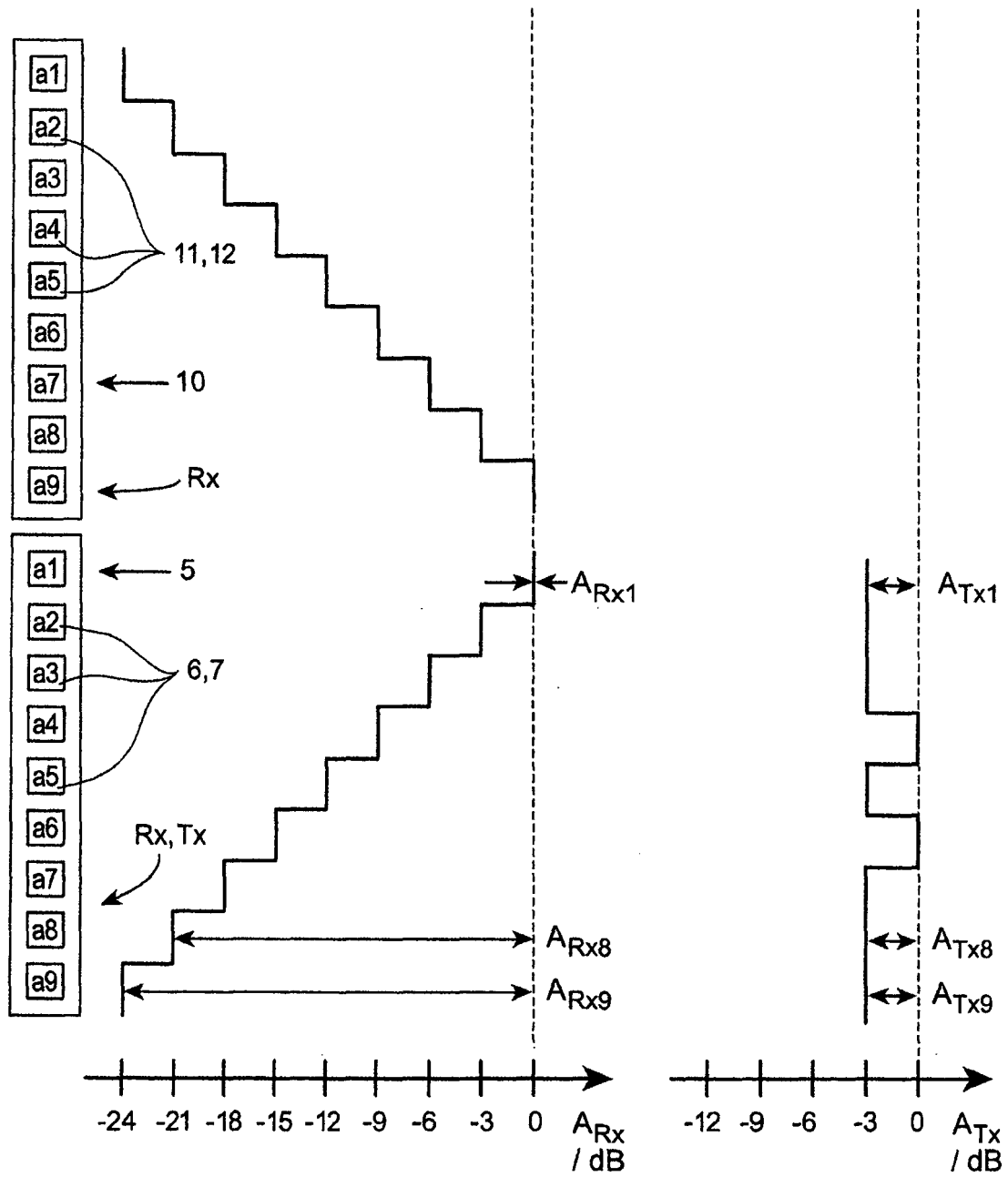


$$D_2 = | A_{Rx2} - A_{Tx2} | = | -3 \text{ dB} - 0 \text{ dB} | = 3 \text{ dB}$$

$$D_8 = | A_{Rx8} - A_{Tx8} | = | -21 \text{ dB} - 0 \text{ dB} | = 21 \text{ dB}$$

$$D_9 = | A_{Rx9} - A_{Tx9} | = | -24 \text{ dB} - 0 \text{ dB} | = 24 \text{ dB}$$

FIG. 9



$$D_1 = | A_{Rx1} - A_{Tx1} | = | 0 \text{ dB} - (-3 \text{ dB}) | = 3 \text{ dB}$$

$$D_8 = | A_{Rx8} - A_{Tx8} | = | -21 \text{ dB} - (-3 \text{ dB}) | = 18 \text{ dB}$$

$$D_9 = | A_{Rx9} - A_{Tx9} | = | -24 \text{ dB} - (-3 \text{ dB}) | = 21 \text{ dB}$$

FIG. 10

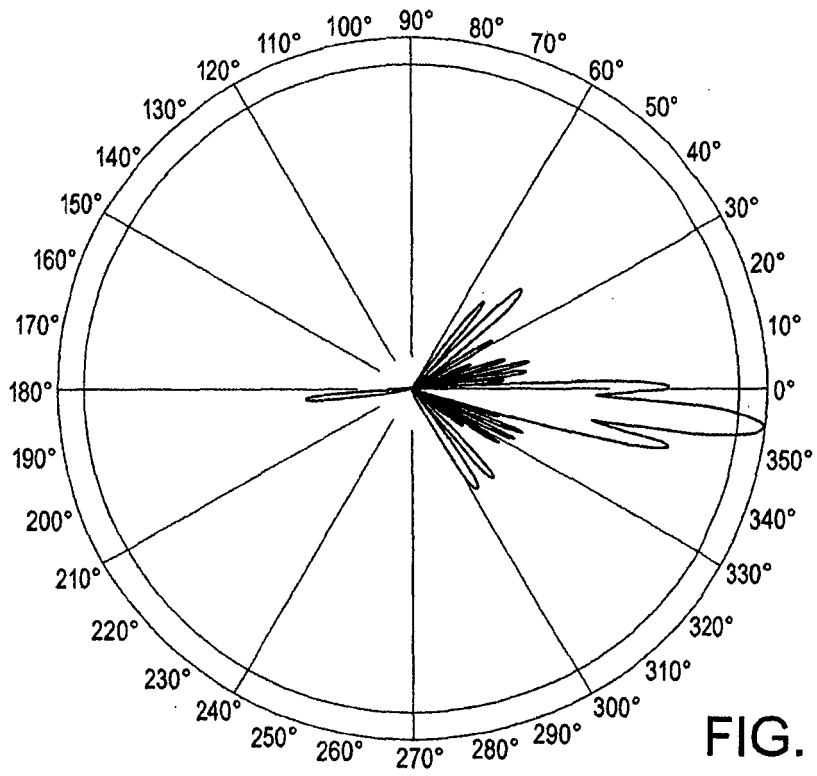


FIG. 11

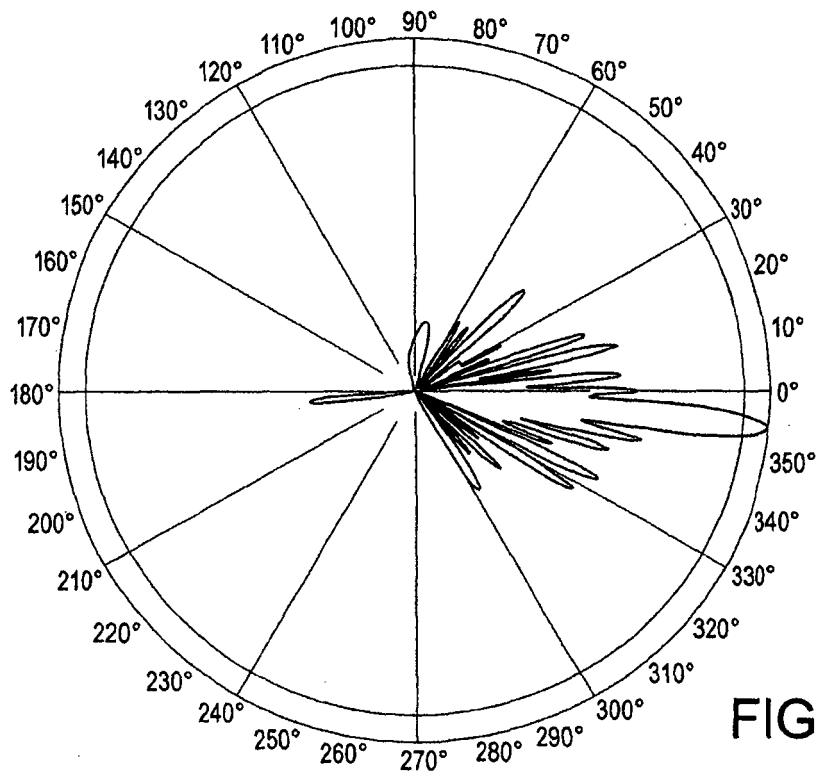


FIG. 12

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 03052866 A1 **[0010]**
- EP 1684378 A1 **[0012]**
- WO 2006071152 A1 **[0013]**
- US 20100311353 A1 **[0014]**
- DE 4322863 A1 **[0015]**
- US 2010022552 A **[0017]**
- DE 69837596 T2 **[0018]**