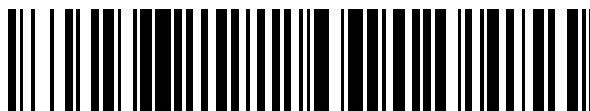


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 921**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 3/32 (2006.01)

H01Q 21/28 (2006.01)

H01Q 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2016 E 16178138 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 3116060**

54 Título: **Antena multi-haz para estación base de telefonía móvil**

30 Prioridad:

07.07.2015 ES 201530973

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

26.02.2019

73 Titular/es:

**TELNET REDES INTELIGENTES, S.A. (100.0%)
Buenos Aires 18 Polígono Industrial Centrovía
50196 La Muela (Zaragoza), ES**

72 Inventor/es:

**MERINO RUBIO, ANA ADELMIRA;
MESA DOMÍNGUEZ, IGNACIO;
BEL ALBESA, ISMAEL;
CORTÉS SANTAOLALLA, FRANCISCO JAVIER;
SIERRA MUR, DIEGO;
VILLALBA ARANA, GERSON y
BAGHDADI GONZÁLEZ, HISHAM**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 701 921 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Antena multi-haz para estación base de telefonía móvil

5 Objeto de la invención

La siguiente invención, según se expresa en el enunciado de la presente memoria descriptiva, se refiere a una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, siendo un primer objeto de la presente invención que las redes de conformado de haz sean flexibles, con las que se pueden conseguir antenas con múltiples haces, con direcciones de apuntamiento variables y anchos de haz optimizados sin penalizar las dimensiones globales de la antena.

Otro objeto de la invención es que el ancho de banda de haz sea considerablemente superior a las convencionales, siendo de 1710 a 2690 MHz, cada vez más demandado para las antenas de redes celulares, tanto para sus variantes de único haz como múltiple haz.

Campo de aplicación

En la presente memoria se describe una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, la cual se enmarca dentro del campo de las antenas de estación base de comunicaciones móviles, y más concretamente dentro de las antenas multi-haz de los sistemas de comunicación celular.

Antecedentes de la invención

Con el concepto de "antena multi-haz" se denomina a la antena que es capaz de radiar en distintas direcciones.

El concepto de antenas multi-haz se introdujo por primera vez en el ámbito de las comunicaciones vía satélite donde para dar cobertura a un área geográfica se generan múltiples haces de gran ganancia con el objetivo de poder utilizar reuso de frecuencias, consiguiendo con ello un ahorro en la potencia transmitida a la vez que se incrementan las tasas de transmisión.

Las redes de comunicaciones móviles terrestres también deben cubrir una extensa área geográfica que se divide en celdas, y estas a su vez en sectores. Un modo tradicional de dar cobertura a la celda es desplegar una torre de telecomunicaciones en el centro de la celda e instalar en la misma tres antenas, donde cada antena presenta un único haz de radiación con un ancho de haz azimutal a la mitad de potencia de 65 grados y da cobertura a un tercio de la celda (figura 1).

Una práctica común para incrementar la capacidad de la celda en zonas geográficas con alta densidad de población es dividir la celda en más sectores mediante la utilización de antenas con menor ancho de haz azimutal, lo que incrementa el número de antenas usadas por celda según la configuración mostrada en la figura 2.

Un caso particular de masificación lo encontramos en lugares que albergan eventos especiales, como en estadios deportivos y conciertos, donde en un limitado espacio y durante un breve espacio de tiempo se requiere gran capacidad para gestionar altos volúmenes de tráfico de voz y datos. Las antenas multi-haz se han introducido en el ámbito de las estaciones base de telefonía móvil con la intención de dar solución a esta problemática por medio de una mayor sectorización de la celda con la colocación de una única antena que presenta varios haces de radiación en distintos ángulos azimutales.

Actualmente existen antenas multi-haz que ofrecen esta característica, pero que carecen de algunas otras prestaciones exclusivas de esta invención.

Todas las soluciones actuales están basadas en redes de conformación de haz (beamforming networks o BFNs) fundamentadas en matrices de Butler:

- La patente CN202474227U (Dual-polarized three-beam antenna for mobile communication base station) presenta un modo de implementación de una antena con 6 puertos de entrada y tres haces con doble polarización (+45 grados y -45 grados), con direcciones de apuntamiento fijas de 0 grados y ± 40 grados.
- La patente CN202474228U (Dual-polarized five-beam antenna for mobile communication base station) presenta un modo de implementación de una antena con 10 puertos de entrada y cinco haces con doble polarización (+45 grados y -45 grados), con direcciones de apuntamiento fijas de 0 grados, ± 20 grados y ± 40 grados.
- La patente CN202474223U (Dual-polarized eight-wave beam antenna for mobile communication base station) presenta un modo de implementación de una antena con 16 puertos de entrada y ocho haces con doble polarización (+45 grados y -45 grados), con direcciones de apuntamiento fijas de ± 10 grados, ± 20 grados, ± 40 grados y ± 60 grados.

En todas estas invenciones anteriores, debido a la tecnología empleada para la red de conformado de haz basada

en matrices de Butler, las direcciones de apuntamiento de los haces de radiación son fijas y el aislamiento entre haces muy limitado (aproximadamente 18 dB). En muchos casos, estas restricciones de direcciones de apuntamiento y anchos de haz no satisfacen las necesidades de los operadores. Debido a las características inherentes a las matrices de Butler empleadas para las redes de conformado de haz, cuanto menor es el número de haces, más se separan las direcciones nominales de apuntamiento y los anchos de haz son más grandes. Esto no sectoriza bien la celda y no se consigue aumentar la capacidad necesaria para cubrir eventos multitudinarios. Si se aumenta el número de haces, se consigue hacer sectores más pequeños, pero aun así no lo suficiente y a costa de una antena más pesada y grande. De las patentes citadas, la más utilizada es la de sistema de cinco haces por su compromiso entre tamaño y número de haces; sin embargo, no cumple las expectativas para eventos muy multitudinarios debido a que quedan zonas ciegas entre haces sin cubrir a la vez que los haces son más anchos de lo deseado.

En el campo de las antenas de telefonía móvil son muy conocidos diversos mecanismos para el control remoto del tilt o ángulo de elevación del haz principal de radiación, también denominados sistemas RET por sus siglas en inglés (Remote Electrical Tilt), como por ejemplo el descrito en la solicitud de patente n.º P201530770. En la presente invención se amplía este concepto para el control remoto de ángulo de azimut del haz de radiación de cada uno de los haces de la antena multi-haz.

Adicionalmente, el documento US 8027703 B2 se conoce desde la técnica anterior. Este documento divulga una antena RET con una unidad de conmutación modular y una unidad de control de múltiples dispositivos configurada para insertarse en y retirarse de un receptáculo en la antena.

El documento DE 102011015551 A1 también puede reconocerse. Este documento describe una antena multi-haz, en particular para sistemas de antena de radio móvil. La antena comprende un adaptador de compartición de sitio en la forma de un adaptador primario, preferentemente con una configuración de conector hembra en su puerto de acoplamiento, o en la forma de un adaptador secundario, preferentemente con una configuración de conector macho en su puerto de acoplamiento asociado.

El documento US 2010/117913 A1 divulga una antena para una estación base y un repetidor capaz de controlar de forma eléctrica o mecánica el funcionamiento individual de un elemento de antena que constituye una antena de array o una antena de sub-array para lidiar de forma adaptativa con el cambio en el entorno de comunicación, y con una función de transmisión y recepción de alto rendimiento, y un método de controlar el modo de la antena.

Además, el documento US 2002/080073 A1 divulga una disposición de antena mejorada para estaciones base en redes de comunicación. La disposición tiene rendijas de panel que generan un patrón multi-haz simultáneamente con la producción de niveles aceptables de lóbulos laterales.

El documento US 2012/133559 A1 divulga diversas disposiciones de antena con elementos de antena activos de transmisión y recepción para transmitir y recibir señales dentro de un sistema de comunicación celular.

El documento US 2012/133557 A1 divulga una disposición de antena, un sistema y un método para implementar un módulo de comunicación inalámbrico capaz de realizar formación de haz adaptativa, con un área de vela de antena pequeña.

Descripción de la invención

En la presente memoria se describe una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil configurada para proporcionar al menos cinco haces, la antena multi-haz que comprende:

- a. una matriz bidimensional de elementos radiantes que presentan doble polarización;
 - los elementos radiantes están dispuestos en agrupaciones de al menos cinco arrays bidimensionales;
 - en el que cada array bidimensional comprende doce elementos radiantes en una dirección de azimut y dos elementos radiantes en una dirección vertical;
 - cada array de los elementos radiantes se configura para formar un haz de radiación de la antena multi-haz, los haces de radiación con respectivos anchos de haz de azimut y vertical y respectivas direcciones de apuntamiento de haz de ángulo de azimut;
 - el número de haces de la antena multi-haz se configura para ser escalable a través de incorporación modular de arrays de los elementos radiantes;
- b. tantas parejas de puertos de entrada de señal de radio-frecuencia como haces, los puertos de entrada de señal configurándose para recibir respectivas señales de radio-frecuencia;
- c. al menos cinco redes de distribución;
 - en el que las redes de distribución se configuran para distribuir en potencia y fase las señales desde las parejas respectivas de puertos de radio-frecuencia a los respectivos elementos radiantes de los arrays

respectivos.

d. cada red de distribución tiene partes móviles configuradas para variar la fase dada a los respectivos elementos radiantes, por lo que las direcciones de apuntamiento de haz de ángulo de azimuth de cada array pueden variar dinámicamente de una manera completamente independiente;

e. los arrays de los elementos radiantes y las respectivas redes de distribución son independientes entre sí en términos radioeléctricos;

f. los arrays de los elementos radiantes y las respectivas redes de distribución se configuran para proporcionar haces con el respectivo ancho de haz azimuthal a media potencia de 7 grados y direcciones de apuntamiento de haz de ángulo azimuthal nominal de 0, 7, 14, -7, -14 grados respectivamente;

g. las respectivas redes de distribución configurándose además por lo que la dirección de apuntamiento de haz de ángulo de azimuth de cada haz puede variar independientemente de los otros haces por +/- 5 grados en comparación con las respectivas direcciones de apuntamiento de haz de ángulo de azimuth nominal.

La antena multi-haz de la invención se configura para hacer que la señal de radiofrecuencia presente en cada uno de los puertos de entrada pase a través de una primera red de distribución de potencia y fase que distribuye la señal en sentido azimuthal, donde esta primera red de distribución se configura con doce salidas; donde cada una de las salidas de esta primera red de distribución pasa por una segunda red de distribución que distribuye la potencia y fase en sentido vertical, donde esta segunda red de distribución se configura con dos salidas, donde cada una de las salidas de esta segunda red de distribución se configura para atacar a un elemento radiante.

Asimismo, de acuerdo a esta ejecución práctica, cada agrupación array consta de dos elementos radiantes en dirección vertical, donde la segunda red de distribución es una red en "T" sencilla que reparte equitativamente la potencia entre los dos elementos radiantes y aporta la misma fase a los dos elementos radiantes dando tilt eléctrico del haz igual a 0 grados.

Así, cada agrupación array consta de dos elementos radiantes en dirección vertical, donde la segunda red de distribución es una red en "T" sencilla que reparte equitativamente la potencia entre los dos elementos radiantes y aporta distinta fase a cada uno de los elementos radiantes dando tilt eléctrico fijo distinto a 0 grados.

Cada agrupación array consta de tres o más elementos radiantes en dirección vertical, donde la segunda red de distribución reparte la potencia y fase entre los elementos radiantes generando un factor de array en dirección vertical que define la forma e inclinación del haz global en dirección vertical.

Por otra parte, todas las segundas redes de distribución presentes en la salida de una primera red de distribución deben ser iguales entre sí para que el haz generado por la agrupación array bi-dimensional no se vea degradado.

Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar, y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva de un juego de figuras en las que, de forma ilustrativa y no limitativa, se representa lo siguiente.

Breve descripción de los diseños

La figura 1 muestra un diagrama esquemático mostrando el despliegue tradicional de una celda de comunicaciones móviles compuesta de tres sectores, estando cada sector cubierto por una antena con un único haz de ancho azimuthal a mitad de potencia de 65 grados.

La figura 2 muestra un diagrama esquemático del despliegue tradicional de una celda de comunicaciones móviles compuesta de seis sectores, estando cada sector cubierto por una antena con un único haz de ancho azimuthal a mitad de potencia de 33 grados.

La figura 3 muestra un diagrama de radiación horizontal de la antena multi-haz de acuerdo a una primera realización práctica de la presente invención.

La figura 4 muestra el esquema de la distribución de elementos radiantes de acuerdo a la primera realización práctica de la presente invención.

La figura 5 muestra una realización práctica del elemento radiante de acuerdo con la citada primera realización práctica compuesto por dos dipolos radiantes ortogonales.

La figura 6 muestra un esquema de conexión de la señal de entrada a cada elemento radiante pasando por redes de distribución que conforman el haz.

La figura 7 muestra una segunda realización práctica de la presente invención donde las agrupaciones arrays no son todas iguales entre sí para mayor optimización de la celda y gestión de tráfico.

La figura 8 muestra un diagrama de radiación horizontal según la segunda realización práctica de la distribución de arrays según lo mostrado en la figura 7.

La figura 9 muestra un diagrama de radiación vertical de la primera realización de la antena, según las figuras 3 y 4.

La figura 10 muestra una imagen de la antena multi-haz.

La figura 11 muestra una realización donde los arrays no son todos iguales entre sí para mayor simplificación de la antena.

La figura 12 muestra un esquema del mecanismo de ajuste de direcciones de azimuth de cada uno de los haces. La figura 13 muestra un mecanismo mecánico empleado en la realización práctica de esta invención para movimiento de las piezas móviles de la red de distribución que ajusta el azimuth.

5 Descripción de una realización preferente

- A la vista de las comentadas figuras y de acuerdo con la numeración adoptada podemos observar cómo se describe una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, cuya antena es de doble polarización para estaciones base de comunicaciones móviles. Cada haz de radiación presenta una dirección de apuntamiento azimuthal distinta que se puede variar dinámicamente según requisitos de optimización de celda. La suma de todos los haces cubre la zona geográfica deseada generando una celda altamente sectorizada, donde cada haz forma un sector, multiplicando la capacidad de la celda por un factor igual al número de haces que presente la antena multi-haz.
- En contraposición a la rigidez de las prestaciones de las redes de conformado de haz basadas en las matrices de Butler, las redes de conformado de haz de la presente invención son flexibles, con las que se pueden conseguir antenas con múltiples haces, con direcciones de apuntamiento variables y anchos de haz optimizados sin penalizar las dimensiones globales de la antena.
- Otra ventaja fundamental de las redes de distribución en las que se basa esta invención frente a las redes de distribución basadas en las matrices de Butler es el ancho de banda; las antenas multi-haz existentes hoy en día más ampliamente utilizadas por los operadores presentan ancho de banda de 1710-2170 MHz, mientras que la presente invención muestra un ancho de haz considerablemente superior de 1710 a 2690 MHz cada vez más demandado para las antenas de redes celulares, tanto para sus variantes de único haz como múltiple haz.
- La materialización práctica de la presente invención muestra una antena de cinco haces con el diagrama de radiación horizontal mostrado en la figura 3, pero el esquema es totalmente modular y se puede ampliar o disminuir al número de haces deseados sin que ello suponga una novedad con respecto a lo mostrado en esta descripción.
- La figura 4 muestra un esquema de una primera realización práctica de la presente invención, donde la antena multi-haz 1 está compuesta por una matriz de elementos radiantes 2 agrupados en arrays 3a, 3b, 3c, 3d y 3e dispuestos en dirección azimuthal (horizontal).
- Cada array 3a, 3b, 3c, 3d y 3e de elementos forma un haz de radiación y son independientes entre sí, de modo que se puede variar el número de haces sin más que variar el número de arrays.
- Cada matriz de elementos radiantes agrupados en array es bidimensional.
- Los arrays bidimensionales constan de dos o más filas de elementos radiantes, como los arrays 3a, 3b, 3c, 3d, 3e mostrados en la figura 4. La elección de la composición del array se lleva a cabo según las prestaciones deseadas para cada lóbulo o haz de radiación, según se explica más adelante.
- Una antena multi-haz conforme a la presente invención consta de arrays bidimensionales. En la primera realización práctica de esta invención se ha implementado una antena con cinco haces, donde cada haz está compuesto por un array bidimensional en composición 2x12, contando con 12 elementos en dirección horizontal y 2 en dirección vertical.
- De acuerdo a la primera ejecución práctica, cada elemento radiante del array (figura 5) consta a su vez de dos dipolos radiantes dispuestos en posición ortogonal formando un ángulo de +45 y -45 con respecto a la horizontal, formando así la doble polarización de los lóbulos de radiación.
- Como una segunda variante, cada elemento radiante del array puede estar compuesto por un parche radiante con dos puertos de alimentación ortogonales dispuestos en ángulo +45 y -45 grados con respecto a la horizontal, formando así la doble polarización de los lóbulos de radiación.
- Los elementos radiantes del array empleados deben presentar buenas características radioeléctricas en todo el ancho de banda de diseño (1710 – 2690 MHz en la materialización de la presente invención).
- La antena multi-haz objeto de esta invención consta de dos puertos de señal de radiofrecuencia para cada array 3a, 3b, 3c, 3d y 3e horizontal, donde un puerto ataca a los elementos radiantes de polarización +45 y el otro puerto ataca a los elementos radiantes de polarización -45.
- Para una antena de cinco haces de doble polarización se necesitan por tanto 10 puertos de señal.
- El número de elementos radiantes por array y la distribución de potencia y fase desde la señal de entrada a cada uno de los elementos radiantes no tiene por qué ser la misma en cada array, y depende tanto de la dirección de apuntamiento como del ancho de haz deseados.

En esta invención la distribución de potencias y fases se han diseñado para apuntar a ángulos nominales azimutales de 0 grados, ± 7 grados y ± 14 grados, pero no está limitado a ello. La independencia entre sí de los arrays hace que las direcciones de apuntamiento de los haces sean totalmente flexibles y configurables en fase de diseño, pudiéndose conseguir cualquier combinación.

Para poder variar dinámicamente la dirección de apuntamiento azimutal de cada array, se han dispuesto unas redes de distribución que distribuyen la potencia y fase de la señal de entrada entre cada elemento radiante, y, así, la figura 6 muestra esquemáticamente una primera red de distribución o desfasador 5 para uno de los arrays bidimensionales 3a, que es atacado por dos puertos de señal 6a y 6b. La primera red de distribución o desfasador 5 reparte la potencia y fase del puerto 6a entre los elementos radiantes dispuestos para la polarización +45, y reparte la potencia y fase del puerto 6b entre los elementos radiantes dispuestos para la polarización -45.

En un array bidimensional como el mostrado en la figura 6, cada una de las salidas de la primera red de distribución o desfasador 5 debe atacar a más de un elemento radiante, por lo que es necesaria una segunda red de distribución 7. La composición más sencilla para esta segunda red de distribución 7 es una red en "T" que reparte equitativamente la potencia entre todos los elementos con una misma fase, consiguiendo un haz vertical sin inclinación eléctrica, o tilt de 0 grados. No obstante, la distribución de potencia y fase puede variar para conformar el haz vertical y ofrecer inclinación eléctrica.

En esta invención, los desfasadores 5 (horizontales) ofrecen una distribución de fase tal que la dirección de apuntamiento puede variar ± 5 grados con respecto a la dirección nominal de apuntamiento. Con estos desfasadores se consiguen direcciones de apuntamiento prácticas para el primer haz entre +19 y +9 grados, para el segundo haz de +12 a +2 grados, para el tercer haz de +5 a -5 grados, para el cuarto haz de -2 a -12 grados y para el quinto haz de -9 a -19 grados.

Puesto que el desfase necesario de la señal de entrada debe ser elevado para conseguir un apuntamiento en un rango de +19 a -19 grados, la distancia entre elementos radiantes en un mismo array no se implementa equidistante para optimizar el diagrama de radiación y disminuir los lóbulos derivados del factor de array. Con el mismo objetivo, no se implementan todos los arrays iguales, sino que cada uno se optimiza según el rango de azimuth que debe presentar.

El conjunto de redes de distribución empleadas en esta invención pueden presentarse más complejas que las matrices de Butler, pero ofrecen una flexibilidad muy superior, consiguiendo mejores y optimizadas prestaciones radioeléctricas en un gran ancho de banda.

El hecho de que la red de distribución o desfasador 5 sea independiente para cada array 3a, 3b, 3c, 3d y 3e horizontal confiere a la antena muy buenas prestaciones en cuanto a aislamiento entre cualquiera de sus puertos, superior a 30 dBs en cualquier caso.

Como ya se ha comentado anteriormente, esta invención no se limita a las direcciones de apuntamiento, ni al desplazamiento relativo de los haces con respecto a la dirección principal, ni a una distribución fija de elementos radiantes, sino que cualquiera de estos tres criterios de diseño se pueden variar sin que por ello suponga una invención adicional, y cualquier persona involucrada en el diseño de antenas puede fácilmente abordarlo.

Una segunda variante práctica se muestra en la figura 7, de forma que, en este caso, se implementan los tres haces centrales (array 3b, 3c, 3d) con un menor ancho de haz azimutal (horizontal) y con direcciones de apuntamiento más acercadas entre sí, y los haces extremos con mayor ancho de haz azimutal (horizontal) y haces más alejados. Con esta distribución se consigue el diagrama de radiación mostrado en la figura 8. Con este caso práctico se consigue ampliar los dos sectores extremos de la celda, donde disminuye la densidad de población.

En esta invención se han mostrado arrays 3a, 3b, 3c, 3d y 3e bidimensionales de elementos radiantes 2, donde el número de elementos en dirección vertical es 2. El factor de array vertical conseguido con 2 elementos radiantes nos da un ancho de haz vertical en torno a los 35 grados, que depende fundamentalmente de la distancia entre elementos, entre otros factores. Como implementación práctica hemos seleccionado un ancho de haz de 30 grados.

La figura 9 muestra el diagrama de radiación vertical de la antena construida bajo la primera variante de ejecución práctica de elementos radiantes relativa a las mostradas en las figuras 3 y 4.

En contraposición, se pueden seleccionar arrays con tres o más elementos radiantes en dirección vertical, disminuyendo más el ancho de haz pero aumentando la complejidad y tamaño de la antena.

Dos elementos radiantes en dirección vertical es la mejor solución de compromiso entre ancho de haz y dimensión de la antena. En el caso práctico de la presente invención de cinco haces con ganancias superiores a 20 dBi por haz en la banda de 1710-2690 MHz, la antena presenta dimensiones asequibles de 1100 x 1300 mm (figura 10). El ancho de haz vertical de 30 grados presenta además la ventaja de dar muy buena cobertura a toda una grada de un estadio de fútbol sin necesidad de ofrecer tilt eléctrico, simplificando por tanto el esquema global de la antena. No

obstante, la antena puede ser instalada con tilt mecánico si así se desea sin degradar el diagrama de radiación gracias al amplio ancho de banda vertical.

En la figura 11 se han añadido dos arrays 3a y 3e unidimensionales que dan cobertura a los extremos de la celda con menor densidad de población, ampliando así la zona de cobertura sin añadir complejidad a la antena. La ventaja de esta realización con respecto a la mostrada en la figura 7 es la disminución de dimensiones de la antena, a costa de ampliar el ancho de haz vertical de los haces extremos.

Con las explicaciones anteriores el lector puede inferir múltiples combinaciones posibles de implementación sujetas a la presente invención.

La figura 12 muestra un esquema del mecanismo con el que se ha dotado la antena multi-haz objeto de esta invención para el ajuste remoto de la dirección de apuntamiento azimutal de cada uno de los haces que componen la antena. Como norma general, el mecanismo está compuesto de un módulo electrónico 9 y de tantos módulos de accionamiento mecánico 8a, 8b, .. 8e como desfasadores 5a, .. 5e haya presentes en la antena; es decir, cinco en la realización práctica que nos ocupa.

El módulo electrónico 9 se encarga de las comunicaciones con el nodo de gestión 90, de recibir los comandos que ordenan el ajuste de los haces y de interpretar dicho comandos, activando las señales de control pertinentes para accionar los dispositivos mecánicos 8 que se encargan de mover las piezas de los desfasadores 5. Con el fin de asegurar la interoperabilidad entre distintos fabricantes, las comunicaciones entre el módulo electrónico y el centro de control siguen las especificaciones definidas en el estándar "AISG Extension: Remote Azimuth Steering, Standard No. AISG-ES-RAS v2.2.0", pero no está limitado a ello. Esta invención queda abierta a cualquier otro protocolo de comunicación entre entidad de control y entidad controlada.

El módulo electrónico 9 gobierna los medios mecánicos que accionan el movimiento de los elementos de los desfasadores 5 con cuyo desplazamiento varía la fase aportada a los elementos radiantes 2 del array 3a, 3b, .. y con ello la dirección de apuntamiento del haz.

La figura 13 muestra el mecanismo de accionamiento mecánico del que se ha dotado a esta realización práctica, y que consta de un motor 10 y de un mecanismo de transmisión compuesto de engranajes 11 que trasladan el movimiento del eje del motor 12 a la barra 13 adosada a los desfasadores. En la práctica, cualquier mecanismo usado para el control remoto del tilt eléctrico de las antenas se puede adaptar sin suponer ninguna invención.

En la materialización práctica de esta invención los medios para el ajuste del azimuth se han dispuesto como un sistema integrado en la antena, donde tanto el módulo electrónico como los sistemas de accionamiento mecánico y motores están dentro del mismo radomo que envuelve la antena. No obstante, se puede disponer tanto interno como externo sin suponer ninguna novedad a lo presentado en esta invención.

El mecanismo de ajuste de azimuth se ha diseñado para ser accionado manualmente así como remotamente, tal cual se conocen actualmente los sistemas de ajuste de tilt.

El mecanismo de ajuste de azimuth incluye un indicador 14, visible desde el exterior, que señala el azimuth configurado para cada haz.

En la presente invención se da solución a esta necesidad proponiendo una realización de antena multi-haz con direcciones de apuntamiento azimutales configurables dinámicamente y anchos de haz reducidos, a la vez que se mantienen las prestaciones generales para antenas de estación base, como el aislamiento entre polarizaciones y entre haces de 30 dB.

Con todo esto se consigue una sectorización óptima de la celda para eventos multitudinarios tales como conciertos o estadios deportivos.

REIVINDICACIONES

1. Una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil configurada para proporcionar al menos cinco haces, la antena multi-haz (1) comprende:

a. una matriz bidimensional de elementos radiantes (2) con doble polarización;

- en el que los elementos radiantes (2) están agrupados en al menos cinco arrays bidimensionales (3a, 3b, 3c, 3d, 3e);
- en el que cada array bidimensional comprende doce elementos radiantes en una dirección de azimuth y dos elementos radiantes en una dirección vertical;
- en el que cada array (3a, 3b, 3c, 3d, 3e) de los elementos radiantes (2) se configura para formar un haz de radiación de la antena multi-haz, los haces de radiación con respectivos anchos de haz de azimuth y vertical y respectivas direcciones de apuntamiento de haz de ángulo de azimuth;
- en el que el número de haces de la antena multi-haz se configura para ser escalable a través de incorporación modular de arrays (3a, 3b, 3c, 3d, 3e) de los elementos radiantes (2);

b. tantas parejas de puertos de entrada (6) de señal de radio-frecuencia como haces, los puertos de entrada (6) de señal configurándose para recibir respectivas señales de radio-frecuencia;

c. al menos cinco redes de distribución;

- en el que las redes de distribución se configuran para distribuir en potencia y fase las señales desde las parejas respectivas de puertos de radio-frecuencia (6) a los respectivos elementos radiantes (2) de los arrays (3a, 3b, 3c, 3d, 3e) respectivos;

d. en el que cada red de distribución tiene partes móviles configuradas para variar la fase dada a los respectivos elementos radiantes (2), por lo que las direcciones de apuntamiento de haz de ángulo de azimuth de cada array (3a, 3b, 3c, 3d, 3e) pueden variar dinámicamente de una manera completamente independiente;

e. en el que los arrays (3a, 3b, 3c, 3d, 3e) de los elementos radiantes (2) y las respectivas redes de distribución son independientes entre sí en términos radioeléctricos;

f. en el que los arrays (3a, 3b, 3c, 3d, 3e) de los elementos radiantes (2) y las respectivas redes de distribución se configuran para proporcionar haces con el respectivo ancho de haz azimutal a media potencia de 7 grados y direcciones de apuntamiento de haz de ángulo azimutal nominal de 0, 7, 14, -7, -14 grados respectivamente;

g. las respectivas redes de distribución configurándose además por lo que la dirección de apuntamiento de haz de ángulo de azimuth de cada haz puede variar independientemente de los otros haces por +/- 5 grados en comparación con las respectivas direcciones de apuntamiento de haz de ángulo de azimuth nominal.

2. Una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, según la 1ª reivindicación, **caracterizada por que** se configura para que la señal de radiofrecuencia presente en cada uno de los puertos de entrada (6) pase a través de una primera red de distribución (5) de potencia y fase que distribuye la señal en sentido azimutal, en el que esta primera red de distribución (5) se configura con doce salidas, donde cada una de las salidas de esta primera red de distribución (5) se configura para pasar por una segunda red de distribución (7) que distribuye la potencia y fase en sentido vertical, en el que esta segunda red de distribución (7) se configura con dos salidas, donde cada una de las salidas de esta segunda red de distribución (7) se configura para alimentar un elemento radiante (2).

3. Una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, según la 2ª reivindicación, **caracterizada por que** cada array (3a, 3b, 3c, 3d, 3e) consta de dos elementos radiantes (2) en dirección vertical, donde la segunda red de distribución (7) es una red en "T" sencilla configurada para repartir equitativamente la potencia entre los dos elementos radiantes y aporta la misma fase a los dos elementos radiantes, dando tilt eléctrico del haz a 0 grados.

4. Una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, según la 2ª reivindicación, **caracterizada por que** cada array (3a, 3b, 3c, 3d, 3e) consta de dos elementos radiantes (2) en dirección vertical, donde la segunda red de distribución (7) es una red en "T" sencilla configurada para repartir equitativamente la potencia entre los dos elementos radiantes y aporta distinta fase a cada uno de los elementos radiantes (2), dando tilt eléctrico fijo distinto a 0 grados.

5. Una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, según la 2ª reivindicación, **caracterizada por que** cada array (3a, 3b, 3c, 3d, 3e) consta de tres o más elementos radiantes (2) en dirección vertical, donde la segunda red de distribución (7) se configura para repartir la potencia y fase entre los elementos radiantes, generando un factor de array en dirección vertical que define la forma e inclinación del haz global en dirección vertical.

6. Una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, según la 2ª reivindicación, **caracterizada por que** todas las segundas redes de distribución (7) presentes a la salida de una primera red de distribución (5) deben ser iguales entre sí para que el haz generado por la agrupación array (3a, 3b,...) bi-dimensional no se vea degradado.

7. Una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, según la 1ª reivindicación, **caracterizada por que** los

mecanismos aportados para el control de las direcciones de azimuth pueden ser internos o externos a la antena multi-haz.

- 5 8. Una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, según la 1ª reivindicación, **caracterizada por que** los mecanismos aportados para el control de las direcciones de azimuth constan de un módulo electrónico (9) que se configura para comunicarse con un centro de control y, al menos, un módulo mecánico, cuyo movimiento es gobernado por el módulo electrónico (9).
- 10 9. Una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, según la 8ª reivindicación, **caracterizada por que** el módulo mecánico consta de un motor (10) que se configura para trasladar el movimiento giratorio de su eje motor (12) a la barra (13) adosada a la red de distribución (5) por unos engranajes (11), estando dichos módulos mecánicos unidos al módulo electrónico (9) por unos cables conectados a sendos conectores del módulo electrónico y del motor (10) del módulo mecánico.
- 15 10. Una antena multi-haz para estación base de telefonía móvil, según la 9ª reivindicación, **caracterizada por que** los mecanismos para el ajuste del azimuth del array pueden ser operados tanto manual como remotamente, en el que dichos mecanismos comprenden un indicador (14) de azimuth configurado para mostrar en cada momento la indicación del ajuste real del azimuth de cada haz.

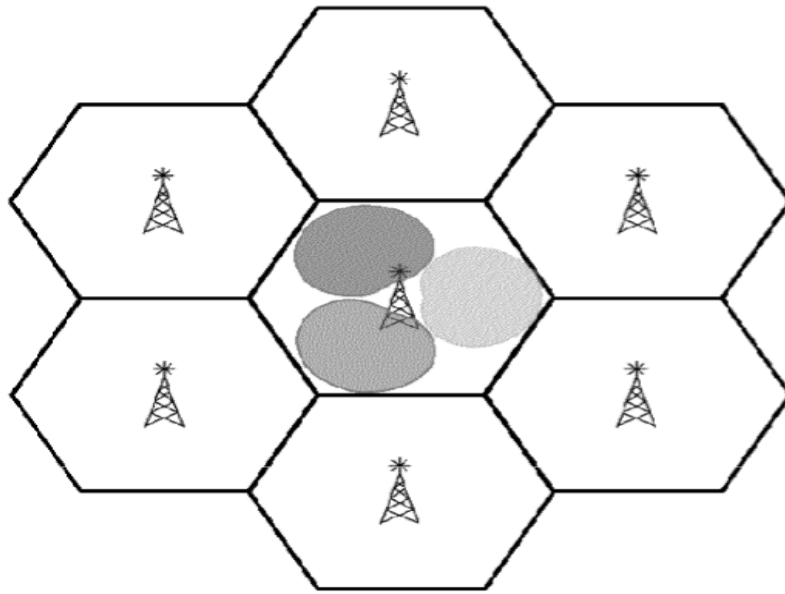


FIG. 1

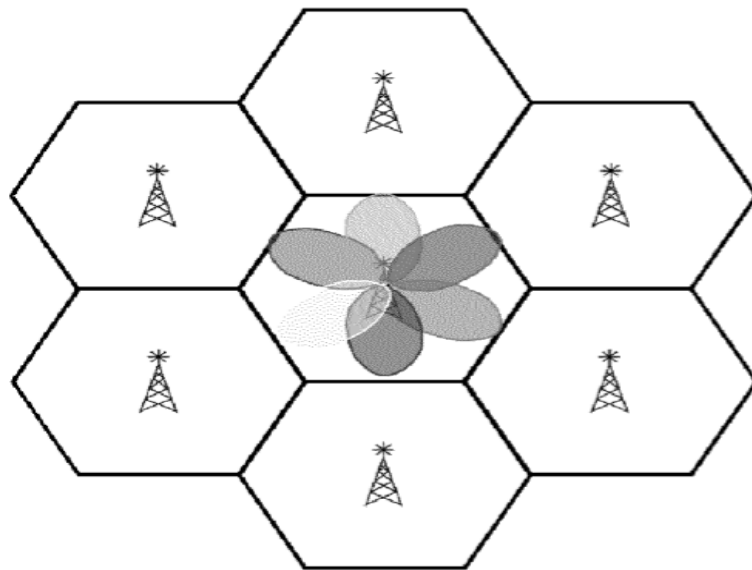


FIG. 2

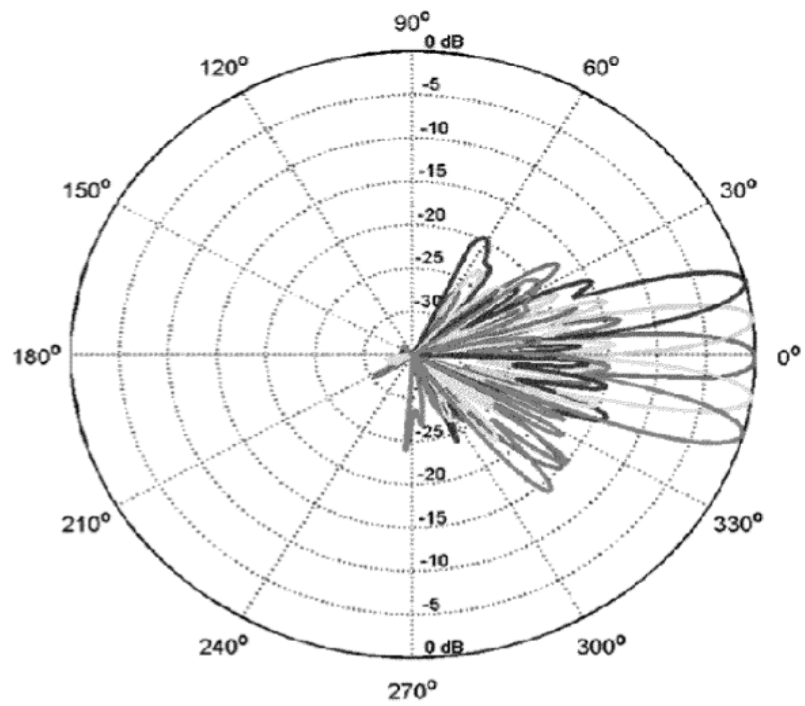


FIG. 3

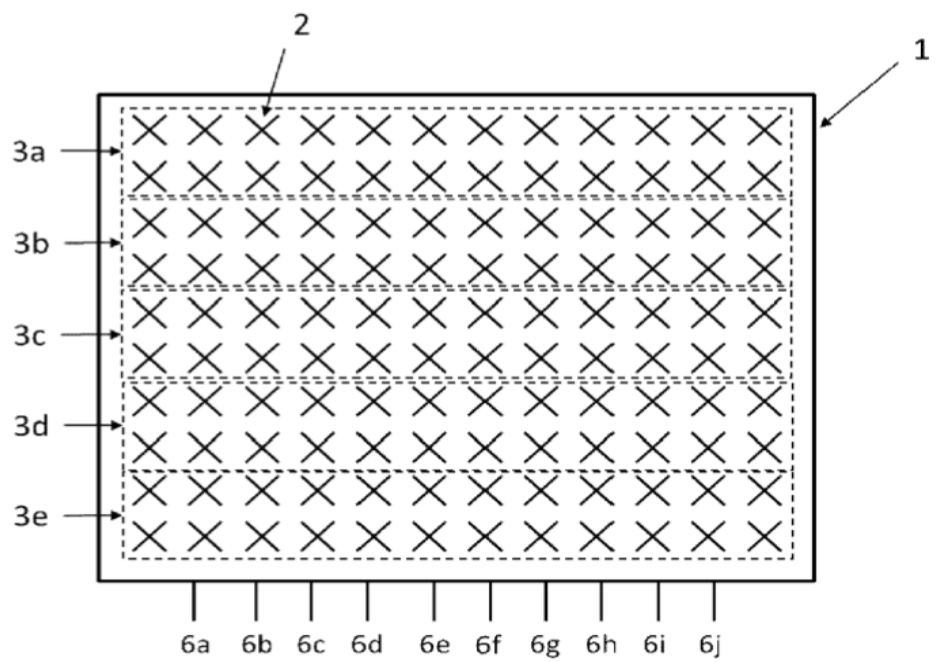


FIG. 4

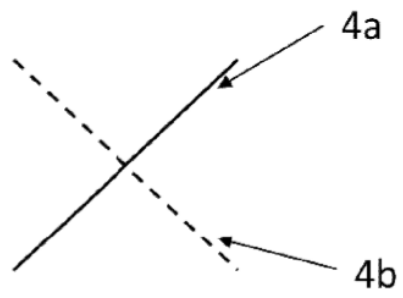


FIG. 5

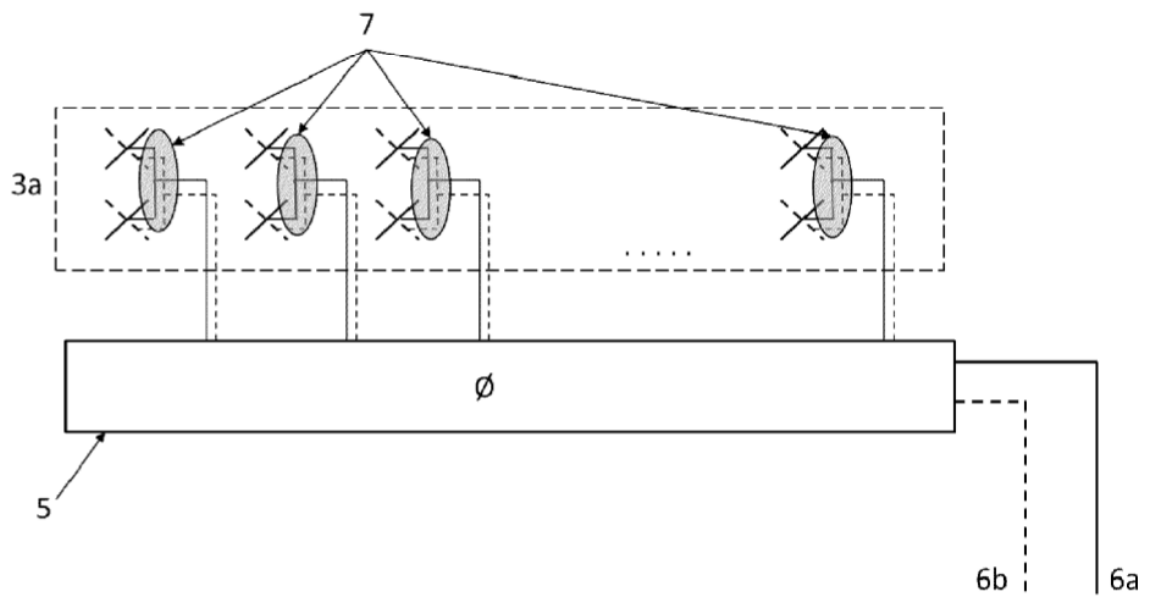


FIG. 6

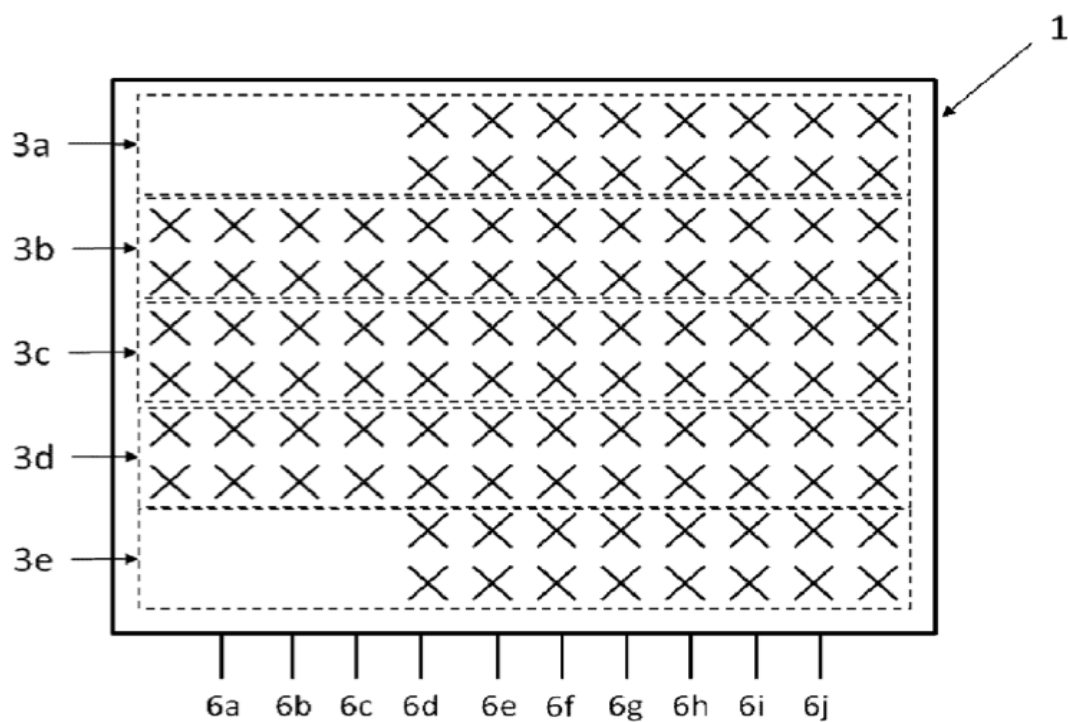


FIG. 7

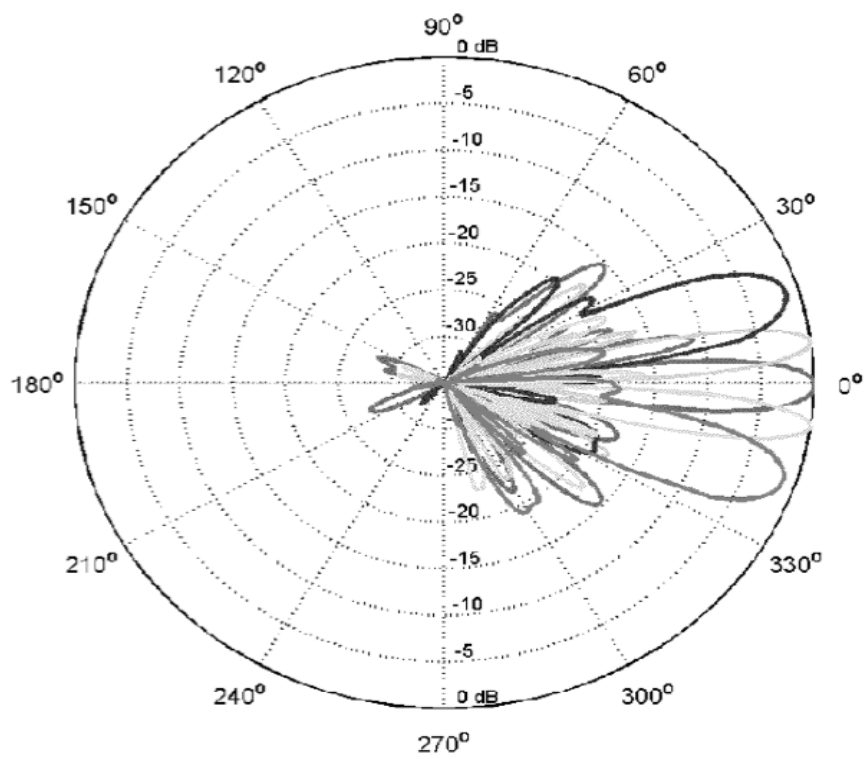


FIG. 8

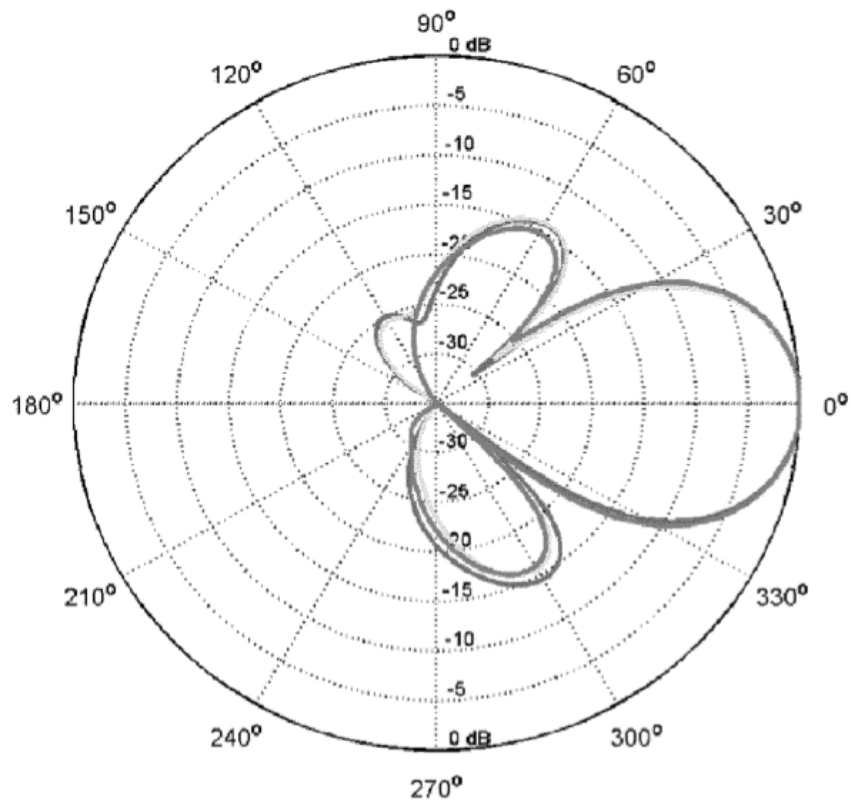


FIG. 9

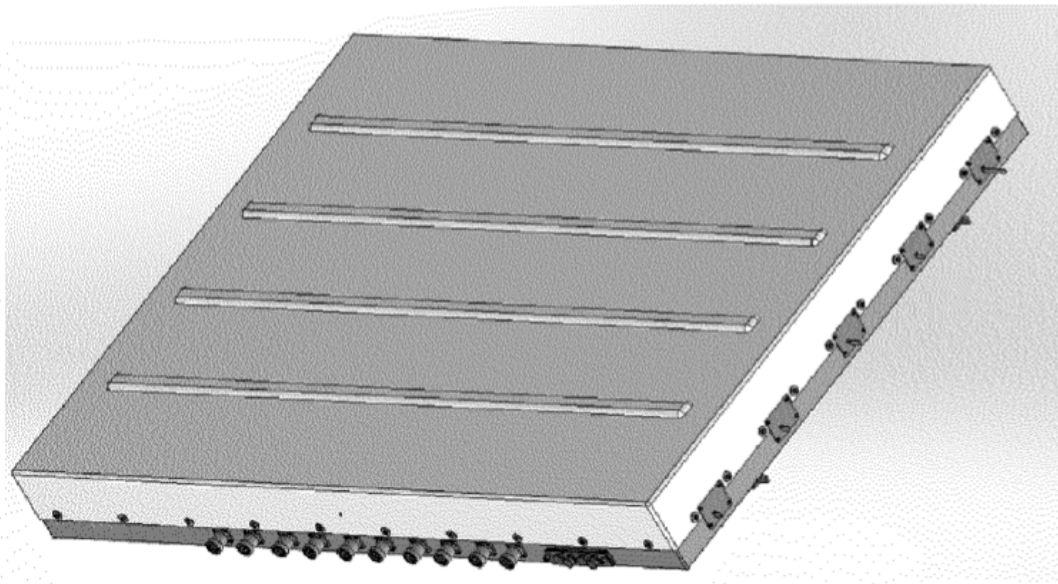


FIG. 10

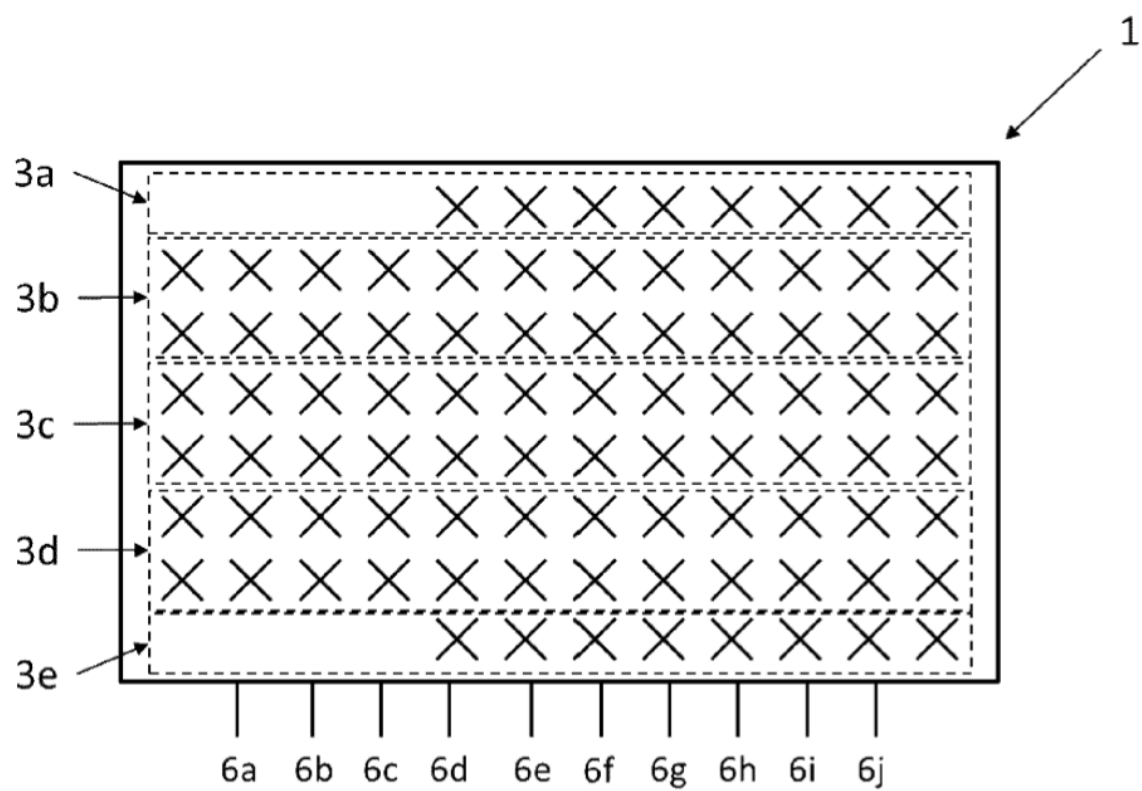


FIG. 11

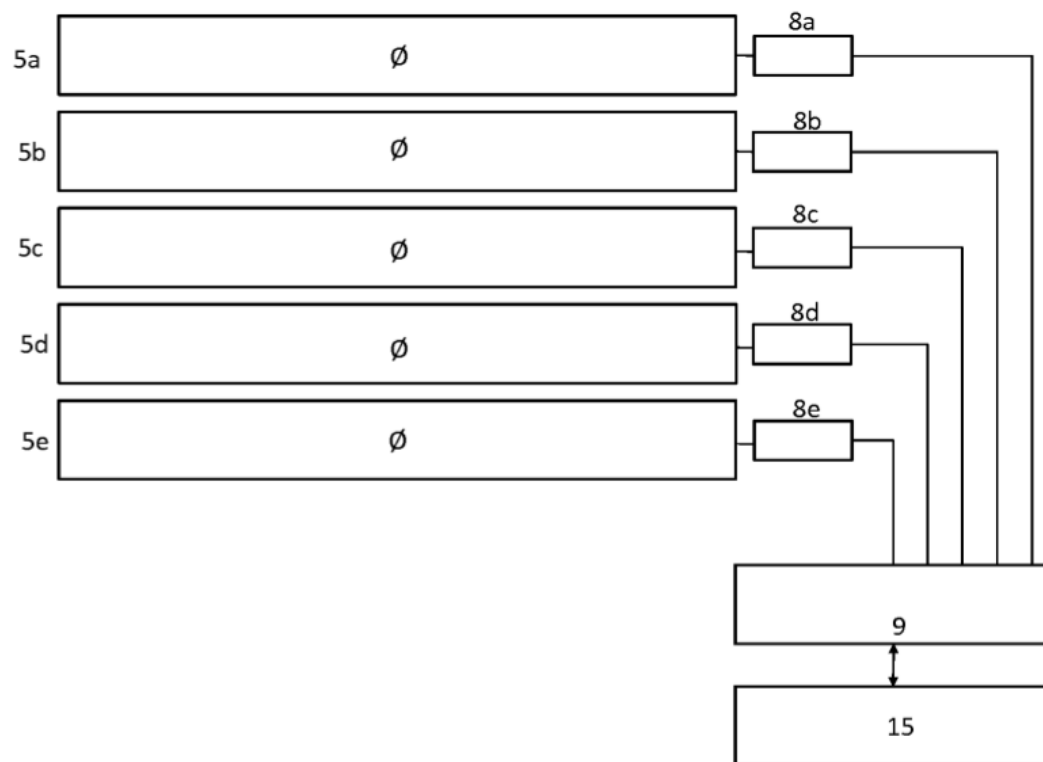


FIG. 12

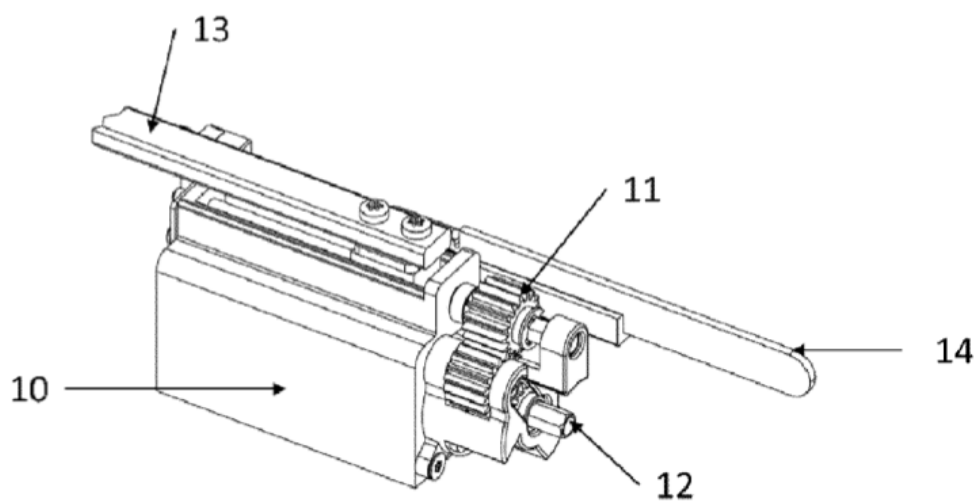


FIG. 13