

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 885 079**

51 Int. Cl.:

H01Q 9/18 (2006.01)
H01Q 9/20 (2006.01)
H01Q 11/16 (2006.01)
H01Q 13/12 (2006.01)
H01Q 13/20 (2006.01)
H01Q 21/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2018 PCT/FR2018/051559**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2019 WO19002752**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2018 E 18749010 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.06.2021 EP 3646409**

54 Título: **Estructura de antena colineal con accesos independientes**

30 Prioridad:

26.06.2017 FR 1755843

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

13.12.2021

73 Titular/es:

**TDF (100.0%)
155 bis Avenue Pierre Brossolette
92120 Montrouge, FR**

72 Inventor/es:

PALUD, SÉBASTIEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 885 079 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

Estructura de antena colineal con accesos independientes

5 1. CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La invención se refiere a una estructura de antena con acceso independiente. En particular, la invención se refiere a una estructura de antena que comprende varias antenas individuales colineales y cada una alimentada por un acceso independiente, para la transmisión y/o recepción de ondas de frecuencia métrica (entre 30 y 300 MHz) o decimétrica (entre 300 MHz y 3000 MHz).

10 2. ANTECEDENTES TECNOLÓGICOS

Las estructuras de antena colineales que comprenden varias antenas independientes se utilizan para permitir la transmisión y/o recepción de señales en frecuencias cercanas o idénticas, o en bandas de frecuencia cercanas, idénticas o superpuestas.

El documento EP 1432 073 describe una antena colineal del tipo coaxial alterno.

20 El documento DE 1 923 334 describe un sistema que comprende una pluralidad de dipolos colineales que incluyen medios de desacoplamiento a la entrada de cada uno de los dipolos, estando estos medios formados por bobinas de cable coaxiales utilizadas para alimentar los dipolos y capacitancias parásitas en paralelo.

25 Para incrementar el desacoplamiento entre las antenas de la estructura de antena y así reducir la interferencia entre las señales provenientes o transmitidas por las antenas, la solución actual es alejar físicamente las antenas, lo que puede generar estructuras de antena de dimensiones demasiado grandes hasta varias decenas de metros para frecuencias alrededor de 1 GHz debido al espacio necesario entre dos antenas. Este espaciamiento es tanto más importante cuanto que la frecuencia de uso es baja.

30 Una primera solución es colocar las antenas con precisión para aprovechar los huecos de radiación de cada antena para maximizar los desacoplamientos. Sin embargo, la colocación de estas antenas no se puede realizar fácilmente sin que se deteriore los rendimientos radioeléctricos.

35 En efecto, el soporte mecánico de las estructuras de antena, así como las puestas a tierra son todos elementos que reducen los desacoplamientos entre las antenas, en particular debido a las corrientes inducidas. Incluso si los soportes están realizados de materiales dieléctricos, las líneas de transmisión de cada antena son la fuente del mismo tipo de defecto.

40 Otra solución es disponer las antenas en una distribución horizontal, pero en este caso, para evitar un acoplamiento significativo entre las antenas, las distancias entre dos antenas deben ser grandes lo que genera una huella en el terreno y costes de instalación y de mantenimiento importantes.

Por tanto, los inventores buscaron una solución a estos inconvenientes.

45 3. OBJETIVOS DE LA INVENCIÓN

La invención tiene como objetivo atenuar al menos algunos de los inconvenientes de las estructuras de antena conocidas.

50 En particular, la invención tiene como objetivo proporcionar, en al menos una forma de realización de la invención, una estructura de antena colineal con accesos independientes que combinan tanto un alto desacoplamiento, grandes ganancias y un volumen reducido.

55 La invención también tiene como objetivo proporcionar, en al menos una forma de realización, una estructura de antena colineal con acceso independiente que permita un espaciado reducido entre dos antenas consecutivas con un desacoplamiento significativo.

60 La invención también tiene como objetivo proporcionar, en al menos una forma de realización de la invención, una estructura de antena colineal con acceso independiente, cuya instalación y mantenimiento se facilitan.

La invención también tiene como objetivo proporcionar, en al menos una forma de realización, una estructura de antena colineal con acceso independiente con una huella en el terreno reducida.

65 La invención también tiene como objetivo proporcionar, en al menos una forma de realización, una estructura de antena colineal con accesos independientes que tienen diagramas de radiaciones omnidireccionales y lóbulos de radiación simétricos.

4. SUMARIO DE LA INVENCION

5 A tal respecto, la invención se refiere a una estructura de antena para la transmisión y/o recepción de ondas de frecuencia métrica o decimétrica, caracterizada porque comprende n antenas colineales, con $n \geq 2$,

comprendiendo cada antena una parte radiante que incluye una primera sucesión de i elementos radiantes coaxiales alrededor de un primer eje en alternancia con al menos una sucesión adicional de i elementos radiantes coaxiales, estando dispuesta cada sucesión adicional alrededor de un eje diferente del primer eje, con $i \geq 2$,

10 estando cada antena alimentada de manera independiente mediante un cable coaxial al nivel de una entrada de excitación,

15 comprendiendo cada antena al menos un bloqueo de cuarto de onda inferior dispuesto entre la entrada de excitación y un primer extremo de la parte radiante, y al menos un bloqueo de cuarto de onda superior dispuesto a nivel de un segundo extremo de la parte radiante,

comprendiendo al menos una primera antena que comprende al menos $n-1$ almas huecas que se extienden en toda la longitud, formando dichas almas huecas los ejes de las series de elementos coaxiales radiantes y al menos una de las almas huecas está configurada para recibir un cable coaxial destinado a la alimentación de otra antena colineal con la primera antena,

20 estando al menos un bloqueo de cuarto de onda intermedio dispuesto entre dos antenas colineales consecutivas alrededor de un cable coaxial, y

25 un elemento terminal, dispuesto al nivel del segundo extremo de la parte radiante después del bloqueo de cuarto de onda superior, y formado por la o las almas huecas de la antena.

30 Por lo tanto, una estructura de antena, según la invención, permite obtener desacoplamientos muy significativos con una separación muy baja entre antenas conservando diagramas perfectamente omnidireccionales. Por lo tanto, la estructura de antena ahorra espacio y rendimiento, y su impacto visual y su huella en el terreno se reducen en gran medida. En particular, los bloqueos de cuarto de onda superiores mejoran la radiación in situ (reducción de la abertura in situ y de los lóbulos secundarios en particular) y permiten una buena adaptación de la antena. Los bloqueos de cuarto de onda inferiores limitan el flujo de corrientes a lo largo de la estructura de soporte de la estructura de antena (al nivel de la entrada de excitación) y a lo largo del cable coaxial al mismo tiempo que favorecen la reducción de los lóbulos secundarios inferiores.

35 La expresión "cuarto de onda" que califica a los bloqueos se entiende relativa a la longitud de onda en la frecuencia central de funcionamiento de la estructura de antena.

40 Si una antena es seguida por otra antena, su elemento terminal se coloca, por lo tanto, entre el bloqueo de cuarto de onda superior y el bloqueo de cuarto de onda intermedio. Los elementos terminales también mejoran la radiación in situ (reducción de la apertura in situ y de los lóbulos secundarios en particular) y permiten una buena adaptación de la antena.

45 Los bloqueos de cuarto de onda adicionales permiten reducir de manera significativa la radiación zenital inducida por los elementos terminales y así favorecen el desacoplamiento de las antenas reduciendo de manera muy significativa las corrientes superficiales que pueden circular por el cable coaxial.

50 Además, la instalación de las antenas se ve facilitada por el uso de una única estructura de antena que comprende varios accesos independientes.

55 La configuración de la estructura de antena también permite una conservación de las simetrías de radiación, en particular a nivel de los lóbulos secundarios. En particular, los diagramas de radiación son omnidireccionales y los lóbulos de radiación son simétricos.

60 Las almas huecas en los que se extienden los cables coaxiales permiten, además, asegurar un blindaje electromagnético para no influir en la radiación de las antenas que comprenden esta o estas almas atravesadas por los cables coaxiales. Así, el paso de los cables coaxiales es radioeléctricamente transparente.

65 En los casos en que se desee un alto desacoplamiento entre las antenas (superiores a 50 dB), los cables coaxiales deberán tener un blindaje electromagnético elevado para evitar el acoplamiento entre líneas en la base de la estructura de antena. De manera preferible, se instalará un cable de doble trenzado o de triple trenzado en toda o parte de la antena, de manera preferible en la parte inferior de la antena, al nivel de la entrada de excitación.

La estructura de antena, según la invención, se puede utilizar de manera ventajosa en el *Internet de las Cosas* (o IoT por Internet of Things en inglés), o más en general en cualquier servicio que requiera un desacoplamiento importante entre sistemas de antenas independientes que funcionan en la misma banda de frecuencia o en bandas de frecuencias muy próximas o que se solapan, en el campo de la aeronáutica, por ejemplo (aviación civil en particular).

5 De manera ventajosa y según la invención, el número i de elementos coaxiales que irradian alrededor de cada eje está comprendido entre dos y cuatro.

10 Según este aspecto de la invención, el número de elementos radiantes es una solución de compromiso entre por un lado la ganancia, la apertura en el plano vertical, la directividad, el desacoplamiento que aumenta con el número de elementos radiantes, y por otro lado, el tamaño de la antena que se vuelve demasiado grande cuando aumenta el número de elementos radiantes, así como la aparición de lóbulos secundarios debido a la interconexión de los elementos radiantes que pueden reducir el desacoplamiento.

15 Además, el uso de un cable coaxial para alimentar cada antena después de la primera antena da lugar a pérdidas en el cable coaxial reduciendo así la ganancia de las antenas. Por consiguiente, si se desea que las antenas tengan la misma ganancia, para aplicaciones particulares, se puede, por ejemplo, añadir un cable coaxial de la misma longitud a la primera antena, o aumentar el número de elementos radiantes en la o las antenas siguientes a la primera antena.

20 De manera ventajosa y según la invención, cada bloqueo de cuarto de onda superior, cada bloqueo de cuarto de onda inferior y cada bloqueo de cuarto de onda intermedio está atravesado por un alma hueca.

Según este aspecto de la invención, los bloqueos de cuarto de onda intervienen limitando la radiación de las almas huecas en particular debido al cable coaxial que las atraviesa cuando éste es el caso.

25 De manera ventajosa y según la invención, comprende n antenas colineales, siendo $n > 2$, y que cada antena colineal comprende al menos $n-x$ almas huecas que se extienden en toda su longitud, estando configuradas las almas huecas para recibir un cable coaxial destinado a alimentar otra antena colineal con dicha antena, siendo x el número de antenas dispuestas frente a la entrada de excitación de dicha antena en la estructura de antena.

30 De manera preferible, la estructura de antena comprende entre dos y cinco antenas (es decir, $2 \leq n \leq 5$).

De manera ventajosa y según la invención, cada elemento terminal comprende un elemento de cortocircuito que conecta dos almas huecas de la antena a la que pertenece.

35 Según este aspecto de la invención, el elemento de cortocircuito puede tener diferentes funciones dependiendo de la antena en donde se ubique.

40 En una antena seguida de otra antena, permite el uso de un único bloqueo de cuarto de onda intermedio para reducir la radiación cenital de la antena y limitar al máximo las corrientes de superficie en la extensión del alma lateral que comprende el cable coaxial.

45 En la última antena de la estructura de antena, es decir, la antena más alejada de la entrada de excitación de la primera antena, el elemento de cortocircuito permite proporcionar un grado de libertad adicional en el ajuste de la antena, permitiendo, en particular, la optimización de los lóbulos secundarios superiores y más moderadamente la reducción de la apertura a media potencia en in situ y la directividad de la antena.

50 De manera ventajosa y según la invención, cada bloqueo de cuarto de onda inferior está constituido por dos sub-bloqueos de cuarto de onda cilíndricos colineales de idénticas dimensiones y espaciados por un radio de los sub-bloqueos de cuarto de onda.

De manera ventajosa y según la invención, cada bloqueo de cuarto de onda superior está constituido por dos sub-bloqueos de cuarto de onda cilíndricos paralelos de idénticas dimensiones.

55 De manera ventajosa y según la invención, entre cada antena, la estructura de antena comprende al menos un dispositivo de bloqueo de corriente de vaina dispuesto en cada cable coaxial.

60 Según este aspecto de la invención, el dispositivo de bloqueo de corriente permite limitar la circulación de las corrientes de vaina que circulan sobre el revestimiento de cada cable coaxial y que se pueden encontrar por acoplamiento en el elemento terminal.

La invención también se refiere a una estructura de antena caracterizada en combinación por todas o algunas de las características mencionadas con anterioridad o a continuación.

5. LISTA DE LAS FIGURAS

5 Otros objetivos, características y ventajas de la invención se harán evidentes con la lectura de la siguiente descripción dada a título solamente no limitativo y que se refiere a las figuras adjuntas en las que:

La Figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una estructura de antena según una primera forma de realización de la invención.

10 La Figura 2 es una vista esquemática en sección de un primer detalle de una estructura de antena según la primera forma de realización de la invención.

La Figura 3 es una vista esquemática en sección de un segundo detalle de una estructura de antena según la primera forma de realización de la invención.

15 La Figura 4 es una vista esquemática en sección de un tercer detalle de una estructura de antena según la primera forma de realización de la invención.

20 La Figura 5 es una vista esquemática en perspectiva de una estructura de antena según una segunda forma de realización de la invención.

La Figura 6 es una vista esquemática en perspectiva de una estructura de antena según una tercera forma de realización de la invención.

25 La Figura 7 es una vista esquemática en perspectiva de una estructura de antena según una cuarta forma de realización de la invención.

La Figura 8 es una vista esquemática en perspectiva de una estructura de antena según una quinta forma de realización de la invención.

30 La Figura 9 es un diagrama de radiación unitaria en el plano vertical de una estructura de antena según una forma de realización de la invención.

35 La Figura 10 es un gráfico que muestra el desacoplamiento entre las antenas y las adaptaciones de impedancia obtenidas por una estructura de antena según la primera forma de realización de la invención.

La Figura 11 es un gráfico que muestra el desacoplamiento entre las antenas y las adaptaciones de impedancia obtenidas por una estructura de antena según la segunda forma de realización.

40 6. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UNA FORMA DE REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN

45 Las siguientes formas de realización son ejemplos. Aunque la descripción se refiere a una o más formas de realización, ello no significa necesariamente que cada referencia se refiera a la misma forma de realización, o que las características se apliquen solamente a una forma de realización. También se pueden combinar características simples de diferentes formas de realización para proporcionar otras formas de realización. En las figuras, las escalas y proporciones no se observan estrictamente, por motivos de ilustración y de claridad.

50 Las Figuras 1 a 8 muestran estructuras de antena o partes de estructuras de antena en las que el suministro de energía de las estructuras de antena se realizan al nivel de una entrada de excitación ubicada en la parte superior derecha de la figura, estando la primera antena ubicada en el lado de esta entrada de excitación, y las siguientes antenas están dispuestas de manera consecutiva desde la parte superior derecha a la parte inferior izquierda, hasta la última antena que está en la parte inferior izquierda. Esta orientación, con fines ilustrativos y para mayor claridad, no prejuzga la disposición de la estructura de antena durante su uso en la práctica en su entorno, que puede variar según las aplicaciones. En particular, la estructura de antena suele estar dispuesta con la entrada de excitación al nivel del suelo y extendiéndose de manera vertical hacia arriba.

60 La Figura 1 muestra, de manera esquemática, una estructura de antena según una primera forma de realización de la invención. La estructura de antena está compuesta por una primera antena 10 y una segunda antena 20, siendo las dos antenas colineales y alimentadas de manera independiente.

65 Cada antena comprende una parte radiante que incluye una primera sucesión de elementos radiantes coaxiales alrededor de un primer eje (referenciado 12i para la primera antena 10 y 22i para la segunda antena 20), en alternancia con al menos una sucesión adicional de elementos radiantes coaxiales alrededor de al menos un segundo eje, en este caso dos series adicionales alrededor de dos ejes. De este modo, las dos series adicionales están compuestas por dos elementos radiantes dispuestos uno al lado del otro (referenciados 11i para la primera antena 10 y 21i para la segunda antena 20) y en alternancia con la primera sucesión de elementos radiantes coaxiales.

5 Cada antena comprende una entrada de excitación (referenciada 16 para la primera antena 10 y 26 para la segunda antena 20) que permite que la antena sea alimentada por un cable coaxial. Entre la entrada de excitación y la parte radiante se coloca un bloqueo de cuarto de onda denominado bloqueo de cuarto de onda inferior (referenciado 15 para la primera antena 10 y 25 para la segunda antena 20). En esta forma de realización, cada bloqueo de cuarto de onda está compuesto por dos sub-bloqueos de cuarto de onda (respectivamente, dos sub-bloqueos de cuarto de onda 15₁ y 15₂ para el bloqueo de cuarto de onda inferior 15 de la primera antena 10 y dos sub-bloqueos de cuarto de onda 25₁ y 25₂ para el bloqueo de cuarto de onda inferior 25 de la segunda antena 20). El espacio entre el bloqueo de cuarto de onda inferior 15 y el primer elemento radiante 11₁ debería ser de un 20% a un 30% más corto que los elementos radiantes.

15 En un segundo extremo de la parte radiante de cada antena, es decir, el extremo más alejado de la entrada de alimentación, cada antena comprende un bloqueo de cuarto de onda superior (referenciado 14 para la primera antena 10 y 24 para la segunda antena 20).

En el segundo extremo de cada antena, después del bloqueo de cuarto de onda superior, cada antena comprende un elemento terminal (referenciado 13 para la primera antena 10 y 23 para la segunda antena 20) formado por la extensión de al menos un alma hueca, en este caso con dos almas huecas laterales que se describen más adelante.

20 Por último, entre las dos antenas, el cable de alimentación coaxial 17 sale del elemento terminal 13 de la primera antena 10 y se conecta a la entrada 26 para la excitación de la segunda antena 20. Entre las dos antenas, el cable coaxial está rodeado por un bloqueo de cuarto de onda intermedio 131, en la prolongación del elemento terminal 13 y por el que pasa el cable coaxial de alimentación 17. Además, entre el bloqueo de cuarto de onda intermedio 131 y la entrada de excitación 26 de la segunda antena 20, la estructura de antena comprende, de manera preferible, al menos un dispositivo de bloqueo de corriente de vaina, en este caso, un dispositivo 18 para bloquear la corriente de vaina.

30 Las Figuras 2, 3 y 4 muestran, de manera esquemática en sección, respectivamente, un primer, un segundo y un tercer detalle de la primera antena de una estructura de antena según la primera forma de realización de la invención. Las descripciones de los elementos con referencia a estas Figuras 2-4 también son válidas para los elementos idénticos de la segunda antena de la estructura de antena.

35 En esta forma de realización de la invención, los elementos radiantes son elementos cilíndricos huecos y dispuestos alrededor de un eje formado por un alma. Las almas pueden ser sólidas o huecas y son conductoras. En particular, con n siendo el número de antenas de la estructura, al menos $n-1$ almas de la primera antena son huecas y reciben un cable de alimentación destinado a una antena posterior en la estructura de antena. En esta forma de realización, las almas 191 y 190 que forman los ejes de las series adicionales de elementos radiantes, denominadas almas laterales, son huecas y una de las almas 191 comprende el cable de alimentación 17 para la segunda antena 20. El cable coaxial pasa, por tanto, por el interior de elementos radiantes, bloqueos de cuarto de onda y el elemento terminal, tal como se puede observar en las figuras. El alma central que forma el eje de la primera sucesión de elementos radiantes y que permite la alimentación de la antena, está constituida por una parte sólida 163 y una parte hueca 162, rodeada por un elemento cilíndrico conductor 161. El alma central permite la adaptación de impedancia de la antena con la impedancia adecuada a la frecuencia considerada. La segunda antena 20, incluso si no necesita tener un alma hueca porque no pasa ningún cable de alimentación a través de ella, también puede incluir la misma estructura de almas huecas. La parte 163 es un elemento de ajuste de impedancia. Según otras formas de realización, la parte 163 también puede ser hueca. Según otras formas de realización, la parte 163 no está presente y la antena está conectada a la parte hueca 162.

50 La Figura 2 representa un primer detalle de la primera antena 10 al nivel de la entrada de alimentación 16, en el primer extremo de la primera antena de la estructura de antena. Los sub-bloqueos 15₁ y 15₂ son de forma cilíndrica, cada uno con un contorno cilíndrico conductor hueco (referenciado, respectivamente, como 151₁ y 151₂), una base sólida conductora (referenciada, respectivamente, como 152₁ y 152₂), y una base vacía frente a la base llena. Las arandelas dieléctricas de centrado (referenciadas, respectivamente, como 153₁ y 153₂) se colocan en este caso en la base vacía para permitir un refuerzo mecánico de los sub-bloqueos de cuarto de onda. Variando el grosor y el material de estas arandelas dieléctricas, también es posible ajustar la longitud eléctrica de los sub-bloqueos. En otras formas de realización, los sub-bloqueos no incluyen arandelas dieléctricas de centrado.

Las bases sólidas permiten el contacto eléctrico con una vaina del cable coaxial, directamente o mediante el alma lateral 191. Además, tienen orificios (no visibles) para hacer pasar las almas laterales 190 y 191.

60 El cable coaxial está en este caso en el alma lateral 191 que pasa dentro de los sub-bloqueos pero si los sub-bloqueos de cuarto de onda son de diámetro insuficiente, el cable coaxial puede fijarse al contacto con el contorno cilíndrico.

La Figura 3 muestra un segundo detalle de la primera antena 10 a nivel del elemento terminal 13, en el segundo extremo de la primera antena de la estructura de antena.

El elemento terminal 13 está formado por las almas laterales 190 y 191 que se extienden en paralelo después de pasar por el bloqueo de cuarto de onda superior 14. En esta forma de realización, el elemento terminal comprende un elemento de cortocircuito 192 hueco que conecta las dos almas laterales 190 y 191 y que se extiende, en esta forma de realización, perpendicular a dichas almas laterales 190 y 191. En este caso, el elemento de cortocircuito 192 es una extensión estructural del alma lateral 190 y une la banda lateral 191. En otras formas de realización, el elemento de cortocircuito 192 puede no ser perpendicular a las bandas laterales.

Entre el elemento terminal 13 y la parte radiante de la primera antena 10, la primera antena comprende un bloqueo de cuarto de onda superior 14, que comprende en este caso dos sub-bloqueos 140 y 141 dispuestos paralelamente entre sí. Los sub-bloqueos 140 y 141 tienen como eje las almas laterales 190 y 191, respectivamente. Los sub-bloqueos 140 y 141 están formados por elementos cilíndricos huecos, cada uno cerrado en su base más próxima al elemento terminal 13 por un elemento anular conductor, referenciados, respectivamente, 142 y 143, formando un cortocircuito de los sub-bloqueos 140 y 141. Los elementos anulares conductores 142 y 143 están dispuestos en la antena con una separación menor o igual a un cuarto de onda en la frecuencia central de operación con respecto al extremo de las almas laterales 190 y 191. Para asegurar la rigidez mecánica de los sub-bloqueos 140 y 141, estos pueden comprender, cada uno, de manera similar a los sub-bloqueos inferiores, una arandela dieléctrica (referenciada, respectivamente, como 144 y 145) dispuesta a nivel de la base del elemento cilíndrico opuesta a la que comprende el elemento anular conductor.

Entre la primera antena 10 y la segunda antena 20, y más en general, en otras formas de realización entre cada antena consecutiva, la estructura de antena comprende un bloqueo de cuarto de onda intermedio 131, en este caso cilíndrico y de estructura similar a los bloqueos de cuarto de onda inferiores. El alma lateral 191 que comprende el cable coaxial 17 se extiende después del elemento terminal 13, formando así una extensión 194 de manera preferible colineal con el eje del alma central de las antenas. El bloqueo de cuarto de onda intermedio 131 rodea el cable coaxial 17 al nivel de esta extensión 194. La extensión 194 se termina después del bloqueo de cuarto de onda 131 y el cable coaxial 17 sale de la extensión y está dispuesto para conectarse en la siguiente antena, en este caso, la segunda antena 20. Las dimensiones del bloqueo de cuarto de onda intermedio serán tales que la suma de su radio con su longitud será menor o igual a un cuarto de la longitud de onda asociada con la frecuencia central de operación.

En las formas de realización que comprenden más de dos antenas y, por lo tanto, al menos dos cables coaxiales que pasan a través de la primera antena, existen tantos bloqueos de cuarto de onda intermedios como cables coaxiales que salen de cada antena para alimentar la siguiente antena.

Se puede fijar un dispositivo de bloqueo de corriente de vaina 18 al cable coaxial 17. Este dispositivo de bloqueo 18 puede estar compuesto por uno o más bloqueos de cuarto de onda cableados o en forma de L, o una o más ferritas de bloqueo, cuya impedancia será lo más alta posible a la frecuencia de funcionamiento del sistema. Se utilizarán de manera preferible ferritas cuando se reduzca la sección transversal del cable coaxial. La sección del cable coaxial desnudo 17 entre el bloqueo de cuarto de onda intermedio 131 y el dispositivo de bloqueo 18 debe ser pequeño con respecto a la longitud de onda de trabajo (que suele ser inferior a una sexta parte de la longitud de onda a la frecuencia de operación más baja).

Después de este dispositivo de bloqueo 18, el cable coaxial 17 se conecta a la segunda antena al nivel de su entrada de excitación 26, en particular mediante un elemento de conexión 264 de la vaina del cable coaxial 17 hacia el elemento cilíndrico conductor 261 y un elemento de conexión 265 del conductor central del cable coaxial 17 hacia la parte sólida 263 del alma central. Estos elementos de conexión 264 y 265 están dimensionados para asegurar la continuidad de la impedancia característica entre el cable coaxial 17 y la entrada de excitación 26. En particular, los elementos de conexión pueden ser de forma troncocónica de dimensión adaptada a la impedancia característica de la antena o, si la impedancia de la antena es una impedancia estándar del tipo 50Ω , de forma que se adapte con el diámetro del cable coaxial 17. De manera preferible, la distancia entre el elemento terminal de la antena anterior y la entrada de excitación de la siguiente antena debe ser mayor que un tercio de la longitud de onda operativa.

La Figura 4 muestra un tercer detalle de la primera antena 10 al nivel de la parte radiante.

La primera sucesión de elementos radiantes está compuesta por elementos radiantes 12i que comprenden un cilindro hueco conductor 120 posicionado de manera coaxial con el alma central 162 (que de este modo participa de forma local en la radiación sobre la longitud del cilindro 120). El cilindro 120 está separado del alma central por elementos de centrado dieléctricos anulares 112.

Las series adicionales de elementos radiantes incluyen los elementos radiantes 11i. Una primera serie adicional de elementos radiantes está formada por cilindros conductores huecos 110 colocados alrededor de un eje formado por el alma lateral 190. Una segunda serie adicional de elementos radiantes está formada por cilindros conductores huecos 111 colocados alrededor de un eje formado por el alma lateral 191. Las almas laterales 190 y 191 participan así de forma local en la radiación a lo largo de la longitud de los cilindros. Los cilindros 110 y 111 están separados de sus respectivas almas laterales 190 y 191 por elementos de centrado dieléctricos anulares 112.

La permitividad relativa de los elementos de centrado 112 modifica la longitud guiada de las secciones coaxiales: de este modo, el espesor y la permitividad relativa de estos elementos de centrado 112 influyen directamente en la longitud de los elementos 11i radiantes. La longitud de este último será entonces cercana a la media longitud de onda guiada λG efectiva a la frecuencia de operación central (en particular entre $0,43 \lambda G$ y $0,5 \lambda G$).

5 Con el fin de asegurar la continuidad eléctrica de la antena y la alimentación en serie de los siguientes elementos radiantes, los cilindros 110 y 111 están conectados eléctricamente, de manera ideal en toda su longitud, al alma central 162.

10 De manera preferible, la longitud de los cilindros 110, 111 y 120 son idénticas. Con respecto a la segunda antena o, más en general, a una antena siguiente, la longitud de los cilindros precedentes en estas otras antenas se puede reducir (generalmente en menos del 5%) en comparación con su longitud en la primera antena, con el fin de reducir los lóbulos secundarios hacia abajo.

15 La Figura 5 muestra, de manera esquemática en perspectiva, una estructura de antena según una segunda forma de realización de la invención. Esta forma de realización es idéntica a la primera forma de realización de la invención, excepto que la extensión 194 es más larga (en varias longitudes de onda de trabajo) con el fin de aumentar el desacoplamiento entre las dos antenas (desacoplamiento superior a 50 dB). Lo que antecede da como resultado que el dispositivo de bloqueo 18 esté compuesto por una pluralidad de subdispositivos de bloqueo. Los subdispositivos de
20 bloqueo se dividen en dos grupos, un primer grupo 18_1 de subdispositivos de bloqueo 180 formado por elementos cilíndricos del tipo de bloqueo de cuarto de onda, cuyos cortocircuitos que los conectan al cable coaxial 17 están dispuestos en el lateral de la segunda antena 20, y un segundo grupo 18_2 de subdispositivos de bloqueo 181 formado por elementos cilíndricos del tipo de bloqueo de cuarto de onda cuyos cortocircuitos que los conectan al cable coaxial 17 están dispuestos en el lateral de la primera antena 10.

25 Los subdispositivos de bloqueo están espaciados como máximo un tercio de la longitud de onda con respecto a la frecuencia de trabajo central.

30 La Figura 6 muestra, de manera esquemática en perspectiva, una estructura de antena según una tercera forma de realización de la invención. En esta forma de realización, la estructura de antena comprende tres antenas, una primera antena 10, una segunda antena 20 y una tercera antena 30. Se aplican el principio de funcionamiento y los elementos descritos para una estructura de antena con dos antenas con referencia a las Figuras 1 a 4 en esta estructura de antena con tres antenas.

35 Tal como se describió con anterioridad, cada antena comprende una entrada de excitación (referenciada, respectivamente, como 16, 26 y 36 para la primera, segunda y tercera antena), un bloqueo de cuarto de onda inferior (referenciado, respectivamente, como 15, 25 y 35 para la primera, segunda y tercera antena), una primera sucesión de elementos radiantes (referenciados 12_1 y 12_2 para la primera antena 10, 22_1 y 22_2 para la segunda antena 20, y 32_1 y 32_2 para la tercera antena 30), dos series adicionales de elementos radiantes (referenciados 11_1 y 11_2 para la
40 primera antena 10, 21_1 y 21_2 para la segunda antena 20, y 31_1 y 31_2 para la tercera antena 30), un bloqueo de cuarto de onda superior (referenciado, respectivamente, como 14, 24 y 34 para la primera, segunda y tercera antena), un elemento terminal (referenciado, respectivamente, como 13, 23 y 33 para la primera, segunda y tercera antena), y dos bloques de cuarto de onda intermedios, un primer bloqueo de cuarto de onda intermedio 131 entre la primera antena 10 y la segunda antena 20 (incluyendo dos sub-bloques, uno por cable coaxial que va desde la primera a la segunda
45 antena), y un segundo bloqueo de cuarto de onda intermedio 231 entre la segunda antena 20 y la tercera antena 30.

El cable coaxial 17 de alimentación de la segunda antena 20 pasa a través de la primera antena 10 en uno de estas almas huecas, por ejemplo, el alma lateral 191 tal como se describió con anterioridad. Para la tercera antena, un cable coaxial 27 de alimentación pasa a través de la primera antena 10 en otra alma hueca, por ejemplo, en el alma lateral 190 descrita con anterioridad, y a continuación a través de la segunda antena 20 mediante un alma hueca.

50 La Figura 7 representa, de manera esquemática, en perspectiva una estructura de antena según una cuarta forma de realización de la invención. Sobre la base de las estructuras de antena descritas con anterioridad y modificando el número de series adicionales de elementos radiantes, es posible obtener una multitud de almas huecas a través de las cuales pueden pasar los cables coaxiales para alimentar antenas posteriores. De este modo, en esta forma de
55 realización, la estructura de antena comprende cinco antenas, una primera antena 10 que comprende una primera sucesión de elementos radiantes 12_1 , 12_2 y cuatro series adicionales de elementos radiantes 11_1 , 11_2 (es decir, cuatro elementos radiantes uno al lado del otro alrededor de cuatro ejes formados por al menos cuatro almas huecas para hacer pasar los cables coaxiales de las siguientes cuatro antenas), una segunda antena 20 que comprende una primera sucesión de elementos radiantes 22_1 , 22_2 y cuatro series adicionales de elementos radiantes 21_1 , 21_2 (es decir, cuatro elementos radiantes uno al lado del otro alrededor de cuatro ejes formados por cuatro almas que incluyen al menos tres almas huecas para pasar los cables coaxiales de las siguientes tres antenas), una tercera antena 30 que comprende una primera sucesión de elementos radiantes 32_1 , 32_2 y cuatro series adicionales de elementos radiantes 31_1 , 31_2 (es decir, cuatro elementos radiantes uno al lado del otro alrededor de cuatro ejes formados por cuatro almas que incluyen al menos dos almas huecas para pasar los cables coaxiales de las dos antenas siguientes),
60 una cuarta antena 40 que comprende una primera sucesión de elementos radiantes 42_1 , 42_2 y cuatro series adicionales
65

5 de elementos radiantes 41_1 , 41_2 (es decir, cuatro elementos radiantes uno al lado del otro alrededor de cuatro ejes formados por cuatro almas de las que al menos un alma es hueca para hacer pasar los cables coaxiales de la antena siguiente), y una quinta antena 50 que comprende una primera sucesión de elementos radiantes 52_1 , 52_2 y cuatro series adicionales de elementos radiantes 51_1 , 51_2 (es decir, cuatro elementos radiantes uno al lado del otro alrededor de cuatro ejes formados por cuatro almas, huecas o no).

10 En una forma de realización alternativa, tal como la segunda, tercera, cuarta y quinta antenas no tienen necesidad de cuatro almas huecas para permitir ser atravesadas por cuatro cables coaxiales, pudiendo reducirse el número de series adicionales de elementos radiantes para igualar el número de almas huecas necesarias. En particular, la tercera, cuarta y quinta antenas pueden adoptar la forma de las antenas descritas con anterioridad en la tercera forma de realización descrita con referencia a la Figura 6.

15 La Figura 8 representa, de manera esquemática en perspectiva, una estructura de antena según una quinta forma de realización de la invención. En esta forma de realización simplificada de una estructura de antena que comprende una primera antena 10 y una segunda antena 20, cada antena comprende, además de la primera sucesión de elementos radiantes (12_1 y 12_2 para la primera antena 10, y 22_1 y 22_2 para la segunda antena 20), una única sucesión adicional de elementos radiantes (11_1 y 11_2 para la primera antena 10, y 21_1 y 21_2 para la segunda antena 20), es decir, compuestos por un elemento radiante alrededor de un eje, en particular un alma hueca que permite hacer pasar un cable coaxial.

20 Esta estructura de antena es mecánicamente más simple, pero tiene un defecto de omnidireccionalidad muy leve (menos de 1 dB) y de asimetría de los lóbulos laterales.

25 La Figura 9 es un diagrama de radiación unitaria en el plano vertical de una estructura de antena, según una forma de realización de la invención, en líneas continuas para la antena superior (la última antena de la estructura de antena) y en líneas de puntos para la primera antena de la estructura de antena. Existe una fuerte disminución de los lóbulos secundarios problemáticos para el desacoplamiento de las antenas, es decir, los lóbulos secundarios hacia abajo para la antena superior y los lóbulos secundarios hacia arriba para la antena inferior, en particular debido al ajuste de las longitudes de los cilindros de los elementos radiantes según las antenas.

30 La Figura 10 es un gráfico que representa el desacoplamiento entre las antenas y las adaptaciones de impedancia obtenidas por una estructura de antena según la primera forma de realización de la invención, expresada en dB con respecto a la frecuencia de funcionamiento.

35 La Figura 11 es un gráfico que representa el desacoplamiento entre las antenas y las adaptaciones de impedancia obtenidas por una estructura de antena según la segunda forma de realización, expresada en dB con respecto a la frecuencia de funcionamiento.

40 La invención no se limita a las únicas formas de realización descritas.

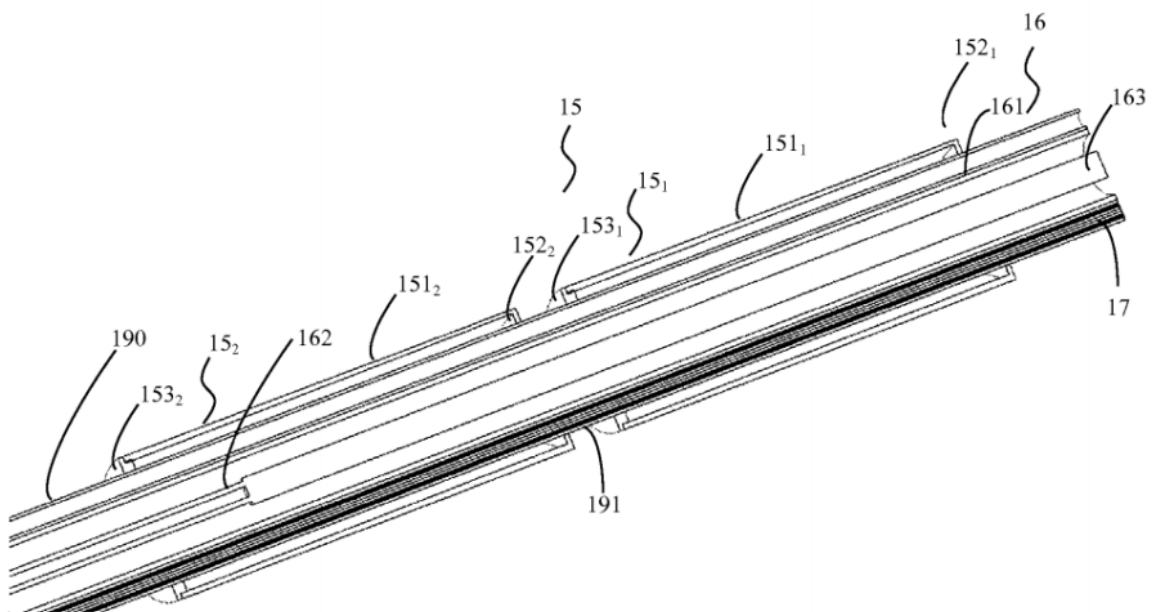
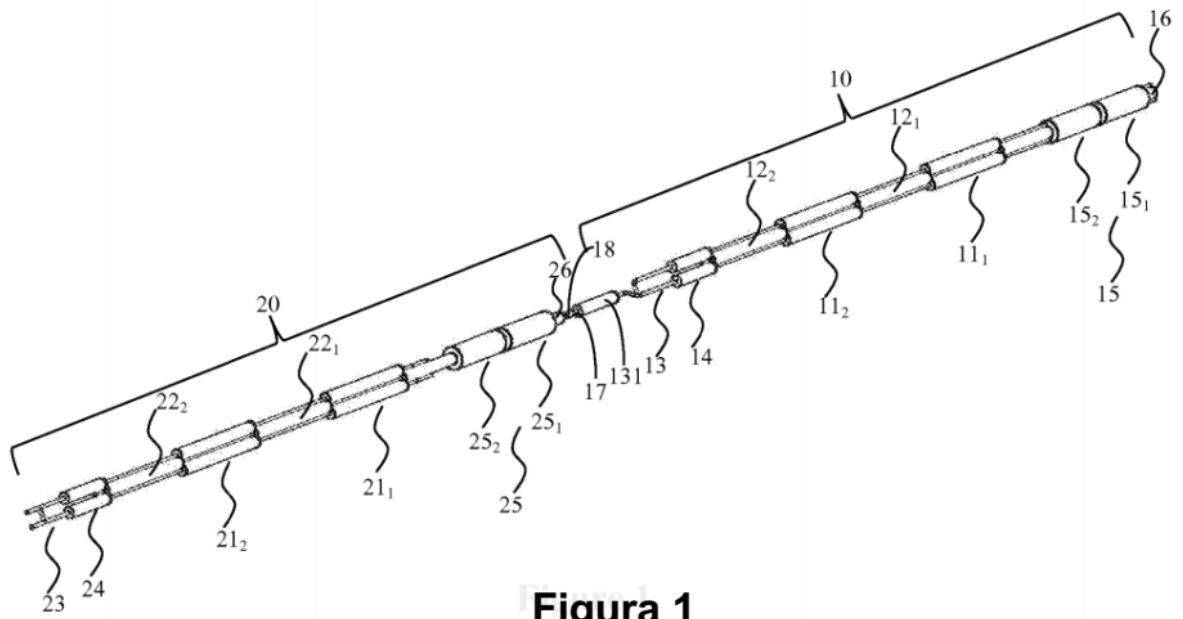
45 En particular, las estructuras de antena pueden estar rodeadas por un radomo que no se muestra en las figuras por razones de claridad. Los radomos son estructuras dieléctricas basadas en fibra de vidrio que garantizan la estanqueidad de la estructura de antena y modifican ligeramente las características de radiación de la misma en función de la permitividad relativa y de las pérdidas dieléctricas del radomo.

Asimismo, se puede instalar un dispositivo de sujeción mecánico para sujetar las antenas superiores. Está constituido por elementos dieléctricos de baja permitividad montados en las bases de excitación en su parte superior y en los elementos radiantes terminales en su parte inferior.

50 Las dimensiones de los elementos descritos pueden diferir de las mostradas en las figuras. En particular, las dimensiones de los bloqueos de cuarto de onda superior, inferior e intermedio, así como del elemento terminal, se pueden modificar en función de las prestaciones deseadas, en particular en términos de adaptación, ganancia, apertura del diagrama in situ, minimización de los lóbulos secundarios superior o inferior, etc. Las dimensiones también pueden variar dentro de la misma estructura de antena, entre antenas, pero teniendo cuidado de mantener características de radio similares. En todos los casos, para cada antena, los bloqueos de cuarto de onda superiores y los elementos terminales deben ser de longitud inferior o igual a la longitud de un cuarto de onda de la frecuencia central de funcionamiento y el elemento terminal debe ser de longitud inferior o igual a la longitud del bloqueo de cuarto de onda superior.

REIVINDICACIONES

1. Estructura de antena para la transmisión y/o recepción de ondas de frecuencia métricas o decimétricas, que incluye n antenas colineales, con $n \geq 2$,
 - cada antena (10; 20; 30; 40; 50) comprende una parte radiante que incluye una primera sucesión de i elementos radiantes (12₁, 12₂; 22₁, 22₂; 32₁, 32₂; 42₁, 42₂; 52₁, 52₂) coaxiales alrededor de dosimétricas un primer eje en alternancia con al menos una sucesión adicional de i elementos radiantes coaxiales (11₁, 11₂; 21₁, 21₂; 31₁, 31₂; 41₁, 41₂; 51₁, 51₂), estando dispuesta cada sucesión adicional alrededor de un eje diferente del primer eje, con $i \geq 2$,
 - estando alimentada cada antena (10; 20; 30) de manera independiente por un cable coaxial al nivel de una entrada de excitación (16; 26; 36),
 - comprendiendo cada antena (10; 20; 30) al menos un primer bloqueo de cuarto de onda (15; 25; 35) dispuesto entre la entrada de excitación (16; 26; 36) y un primer extremo de la parte radiante, y al menos un segundo bloqueo de cuarto de onda (14; 24; 34) dispuesto al nivel de un segundo extremo de la parte radiante,
 - al menos una primera antena que comprende al menos $n-1$ almas huecas (190, 191) que se extienden a lo largo de toda su longitud, formando dichas almas huecas los ejes de las series de elementos radiantes coaxiales y estando al menos uno de las almas huecas (191) configurado para recibir un cable coaxial (17) destinado a alimentar otra antena colineal con la primera antena,
 - al menos un bloqueo de cuarto de onda intermedio (131; 231) que está dispuesto entre dos antenas colineales consecutivas alrededor de un cable coaxial (17), y
 - un elemento terminal (13; 23; 33), dispuesto al nivel del segundo extremo de la parte radiante después del segundo bloqueo de cuarto de onda (14; 24; 34), y formado a partir de las almas huecas de la antena.
2. Estructura de antena según la reivindicación 1, caracterizada porque el número i de elementos radiantes (12₁, 12₂, 11₁, 11₂; 22₁, 22₂, 21₁, 21₂) coaxiales alrededor de cada eje está comprendido entre dos y cuatro.
3. Estructura de antena según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada porque cada segundo bloqueo de cuarto de onda (15; 25; 35), cada primer bloqueo de cuarto de onda (14; 24; 34) y cada bloqueo de cuarto de onda intermedio (131) está atravesado por un alma hueca.
4. Estructura de antena según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque comprende n antenas colineales (10, 20, 30, 40, 50), siendo $n > 2$, y porque cada antena colineal comprende al menos $n-x$ almas huecas que se extienden a lo largo en toda su longitud, estando configuradas las almas huecas para recibir un cable coaxial destinado a la alimentación de otra antena colineal con dicha antena, siendo x el número de antenas dispuestas frente a la entrada de excitación de dicha antena en la estructura de antena.
5. Estructura de antena según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque cada elemento terminal (13) comprende un elemento de cortocircuito (192) que conecta dos almas huecas (190, 191) de la antena (10) a la que pertenece.
6. Estructura de antena según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque cada primer bloqueo de cuarto de onda (15; 25) está constituido por dos sub-bloqueos de cuarto de onda (15₁, 15₂; 25₁, 25₂) cilíndricos colineales de idénticas dimensiones y espaciados en un radio de los sub-bloqueos de cuarto de onda.
7. Estructura de antena según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque cada segundo bloqueo de cuarto de onda (14) está constituido por dos sub-bloqueos de cuarto de onda cilíndricos (140, 141) paralelos de idénticas dimensiones.
8. Estructura de antena según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque entre cada antena, la estructura de antena comprende al menos un dispositivo de bloqueo de corriente de vaina (18) dispuesto en cada cable coaxial (17).



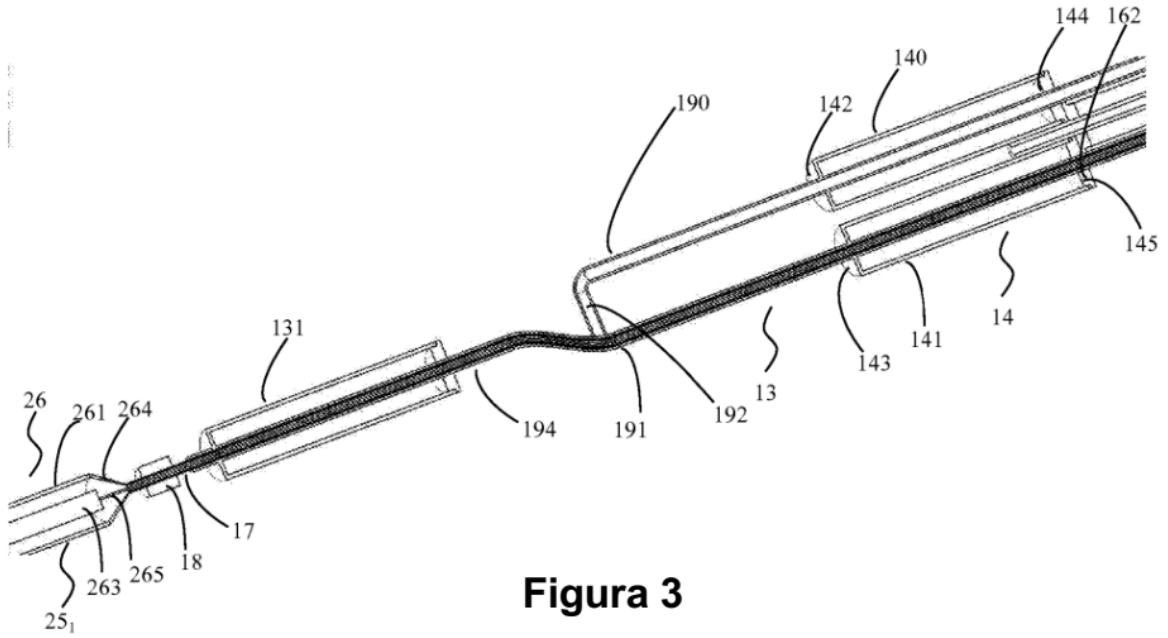


Figura 3

Figure 3

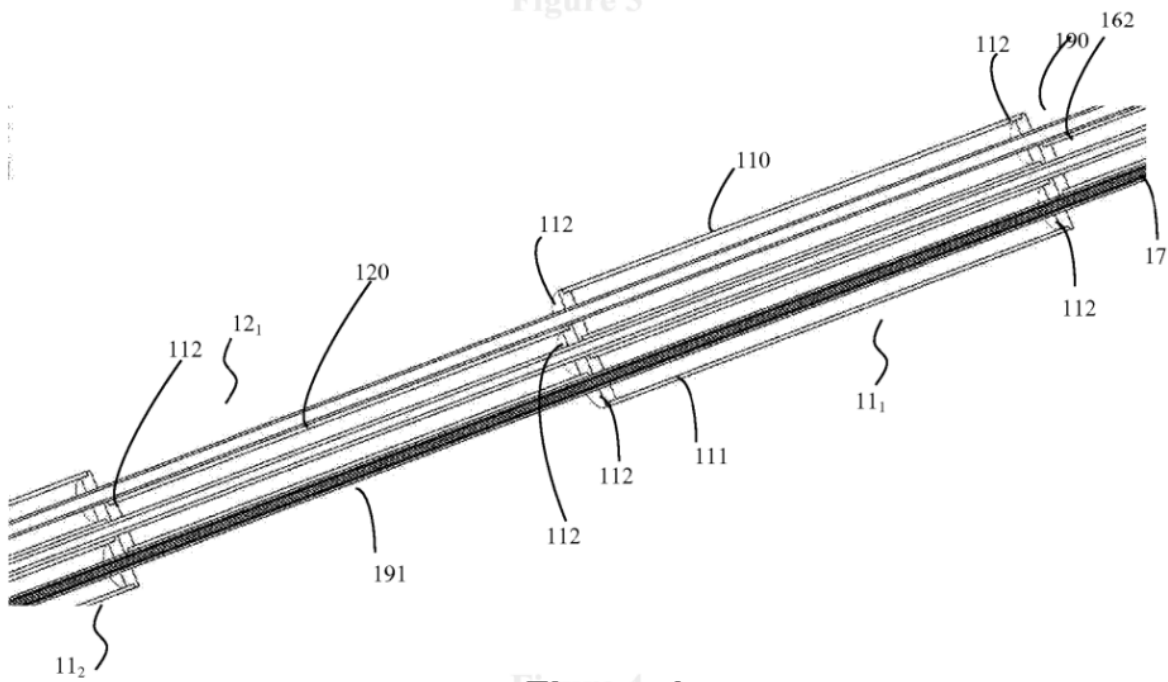


Figura 4

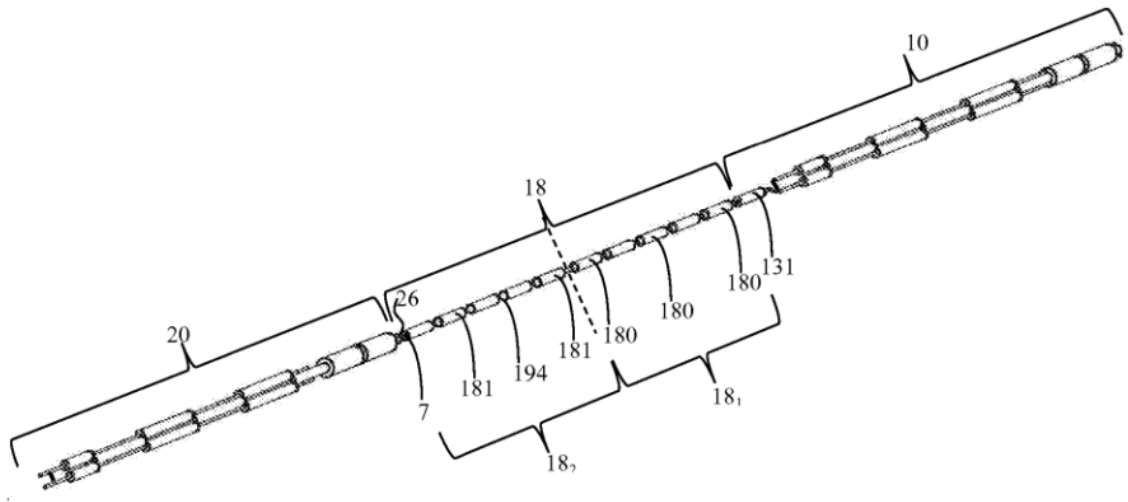


Figure 5

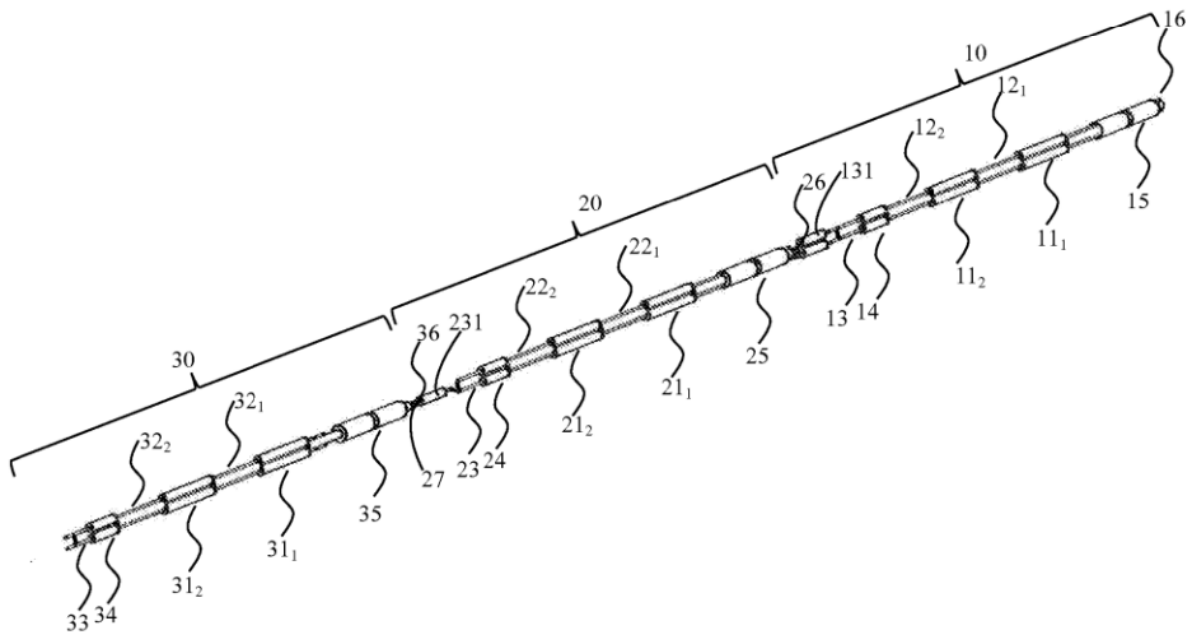


Figure 6

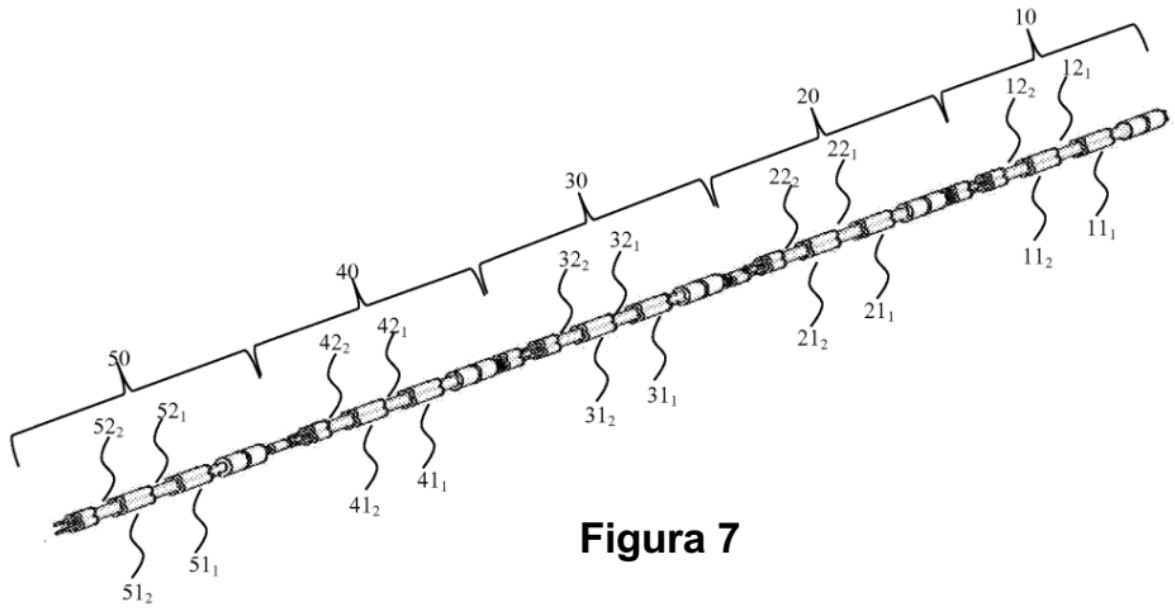


Figura 7

Figure 7

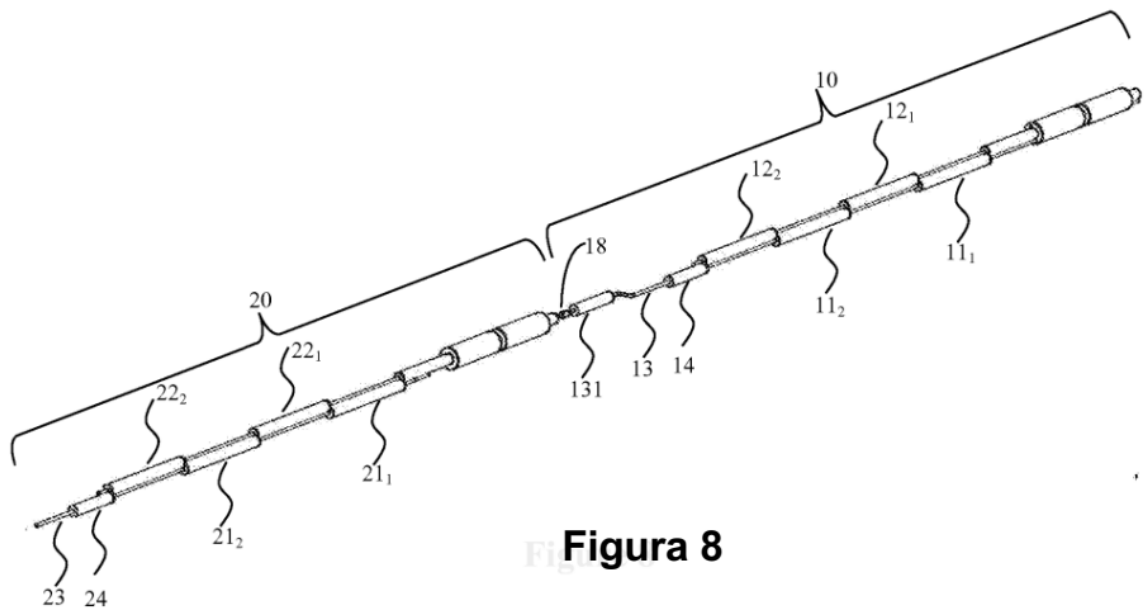


Figura 8

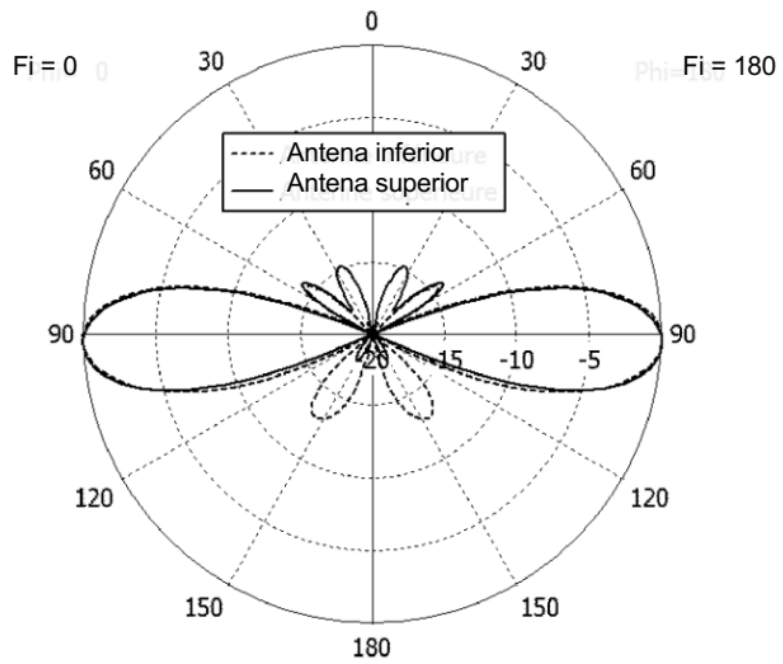


Figura 9

S-Parámetro [Magnitud vs dB]

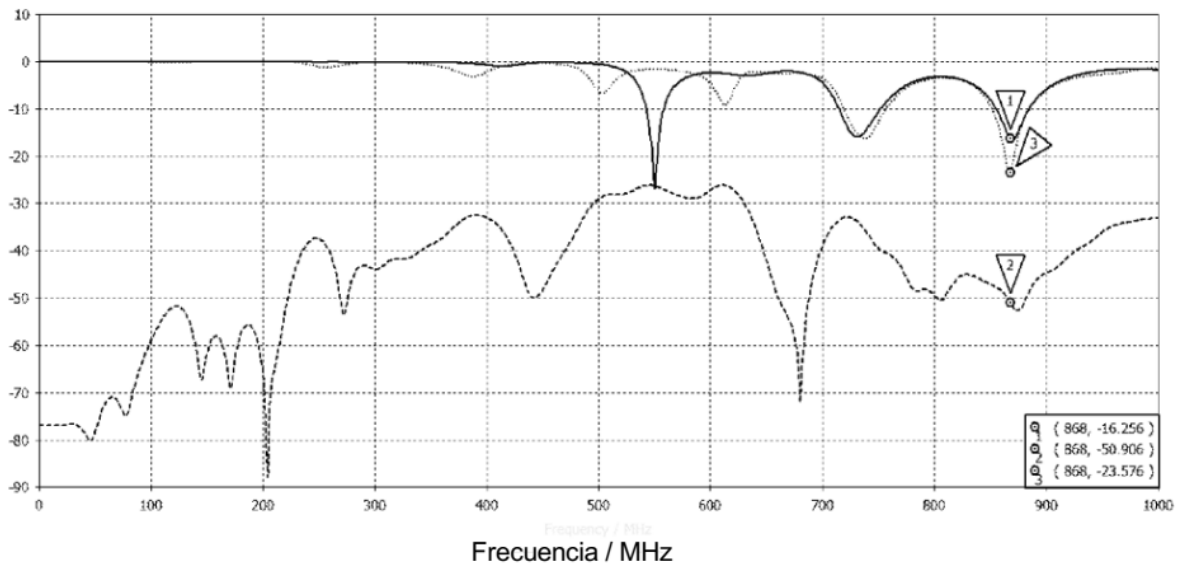


Figura 10

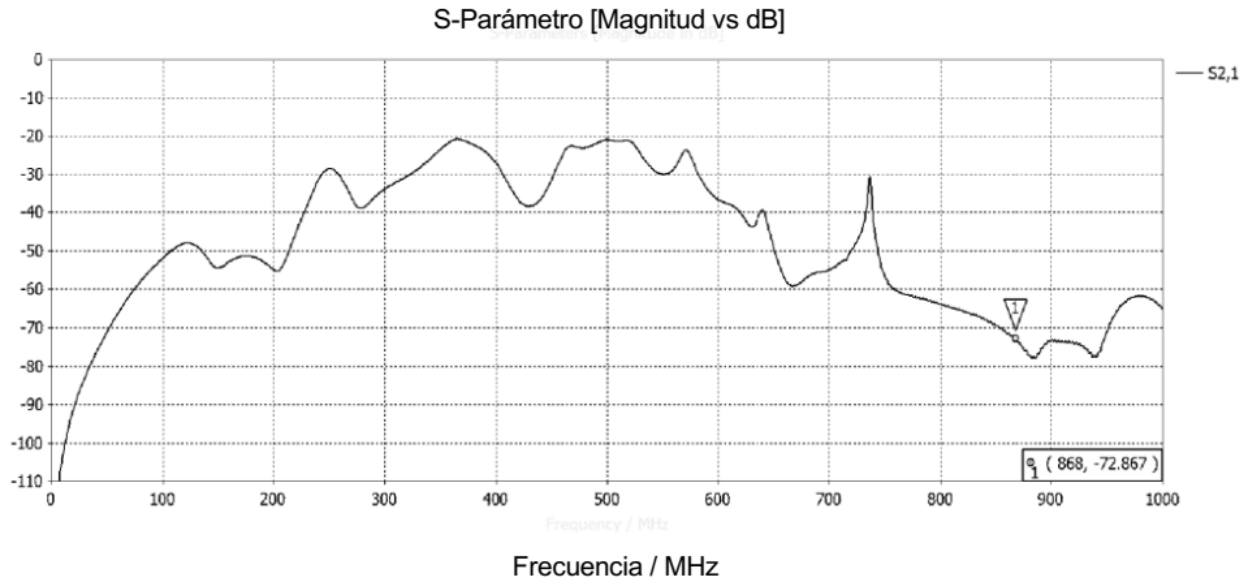


Figura 11