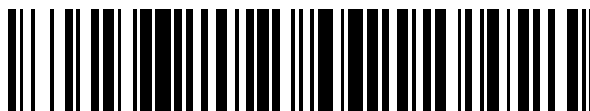


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 816**

51 Int. Cl.:

H01Q 21/28 (2006.01)
H01Q 1/38 (2006.01)
H01Q 21/30 (2006.01)
H01Q 9/16 (2006.01)
H01Q 9/28 (2006.01)
H01Q 13/08 (2006.01)
H01Q 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2008** **PCT/SE2008/051553**
87 Fecha y número de publicación internacional: **01.07.2010** **WO10074618**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2008** **E 08879229 (6)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017** **EP 2377202**

54 Título: **Apertura de antena de doble frecuencia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2018

73 Titular/es:
SAAB AB (100.0%)
581 88 Linköping, SE

72 Inventor/es:
SVENSSON, BENGT

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 658 816 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

Apertura de antena de doble frecuencia

Campo técnico

La presente invención versa sobre el campo de antenas para una radiocomunicación y sistemas de radar.

5 Técnica antecedente

Un sistema de radar de vigilancia comprende un radar primario de vigilancia (PSR) y un radar de identificación de amigo o enemigo/secundario de vigilancia (IFF/SSR). En soluciones de la técnica anterior, el sistema de antena de IFF/SSR, normalmente, consiste en una o más antenas separadas.

10 En un sistema de radar de vigilancia, la antena de PSR tendrá un haz principal muy estrecho, y lóbulos laterales sumamente bajos. La antena de IFF/SSR tiene una frecuencia operativa que, normalmente, es algunas veces menor que la frecuencia operativa del PSR. Normalmente, se desea tener una apertura lo más grande posible, medida en longitudes de onda, para ambas funciones. Una solución estándar es tener dos aperturas separadas de antena, lo que quiere decir un tamaño total del sistema de antena, que es la suma de las dos aperturas de antena. Sería deseable utilizar una mayor apertura para la antena de IFF/SSR sin aumentar sustancialmente el tamaño total del sistema de antena para una estructura combinada de antena de PSR y de IFF/SSR y sin degradar sustancialmente el rendimiento de la antena de PSR. Los conjuntos de las antenas de PSR y de IFF/SSR pueden ser barridos de manera electrónica, lo que quiere decir que la dirección de un lóbulo principal puede ser controlada de manera electrónica. Normalmente, el PSR opera en una banda de frecuencias aproximadamente de uno a varios GHz.

20 El documento estadounidense 6121931 divulga una solución con una antena matricial de doble frecuencia que tiene una estructura esencialmente planaria con capacidad de dirección del haz electrónico tanto en una banda de baja frecuencia como en una de alta, con independencia mutua. La antena está dispuesta en una formación en capas, con una unidad superior de antena matricial planaria que opera en una banda de bajas frecuencias y una unidad inferior de antena matricial planaria que opera en la banda de altas frecuencias. La antena matricial planaria superior es transparente a las frecuencias en la banda de altas frecuencias. Una desventaja de esta solución es que se requiere una superficie selectiva de frecuencias bastante complicada para los elementos radiantes y para el plano de tierra de la antena matricial planaria superior. Una desventaja adicional es que cada elemento de antena en la antena matricial planaria superior requiere una alimentación individual, lo que tiene como resultado una red complicada de alimentación que interfiere con la antena matricial planaria inferior. La solución también tiene la limitación de utilizar solamente elementos de parche en ambas antenas matriciales planarias superior e inferior. El problema de la consecución de un aislamiento entre las dos antenas matriciales se soluciona utilizando superficies selectivas de frecuencias para la antena matricial planaria superior. Para que tales superficies selectivas funcionen como está previsto, normalmente precisan ser muy grandes, idealmente infinitas. En la práctica, el tamaño limitado provocará efectos de borde que degradarán el rendimiento. Esto es una solución bastante complicada que tiene como resultado alteraciones entre las antenas matriciales planarias superior e inferior que degradan el rendimiento de las frecuencias altas.

35 El documento FR 2734411, considerado como la técnica anterior más cercana, muestra una solución en la que se entrelazan dipolos con ranuras. Sin embargo, la invención parece resolver el problema para trabajar con dos polarizaciones distintas y no con dos bandas distintas de frecuencias. Las ranuras y los dipolos están ubicados en el mismo plano, lo cual crea un riesgo de interferencia entre los dos tipos de elementos de antena. La alimentación de los dipolos es complicada y/o incluye partes de la estructura de alimentación que son paralelas o casi paralelas a la polarización de las ranuras. La estructura de alimentación también aumenta el riesgo de mayor interferencia entre los distintos tipos de elementos de antena. Además, el sustrato, utilizado como un portador para las líneas de microcinta de transmisión, añadirá pérdidas a la antena de ranura debido a que está ubicada muy cerca de las aberturas de ranura.

45 Hay así, la necesidad de lograr una mayor apertura para una antena de baja frecuencia, como la antena de IFF/SSR sin degradar, sustancialmente, el rendimiento de la antena de PSR y sin aumentar, sustancialmente, el tamaño total del sistema de antena para una frecuencia alta combinada, como la antena de PSR, y una estructura de antena de baja frecuencia, mientras que al mismo tiempo, tiene una alimentación mejorada de las funciones de antena, y un aislamiento mejorado entre las funciones de antena.

50 Sumario de la invención

El objeto de la invención es reducir al menos algunas de las deficiencias anteriormente mencionadas de las soluciones de la técnica anterior y proporcionar:

- una estructura de antena, y
- un procedimiento

para solucionar el problema para lograr una mayor apertura para una antena de baja frecuencia, como la antena de IFF/SSR, sin degradar el rendimiento de la antena de PSR y sin aumentar, sustancialmente, el tamaño total del sistema de antena para una frecuencia alta combinada como la antena de PSR, y una estructura de antena de baja frecuencia, mientras que, al mismo tiempo, tiene una alimentación mejorada de las funciones de antena, y un aislamiento mejorado entre las funciones de antena.

Se logra este objeto proporcionando una estructura de antena que comprende al menos dos aperturas de antenas apiladas: una primera apertura de antena con primeros elementos de antena y al menos una segunda apertura de antena con segundos elementos de antena disponiéndose la estructura de antena para su operación en al menos una banda alta y una baja de frecuencias. Los primeros elementos de antena están dispuestos para su operación en la banda de alta frecuencia y dichos segundos elementos de antena para su operación en la banda de baja frecuencia. Los primeros elementos de antena están dispuestos para tener una polarización sustancialmente perpendicular a la polarización de los segundos elementos de antena. Los segundos elementos de antena están dispuestos en al menos un grupo y cada uno de dicho grupo comprende un número de segundos elementos de antena acoplados en serie y dispuestos para tener un punto común de alimentación en una estructura recta de alimentación. Una estructura de alimentación está ubicada adyacente a cada grupo de segundos elementos de antena. La dirección de la estructura de alimentación es sustancialmente perpendicular a la polarización de los primeros elementos de antena.

Se logra adicionalmente el objeto proporcionando un procedimiento para disponer una estructura de antena que comprende al menos dos aperturas de antenas apiladas: una primera apertura de antena con primeros elementos de antena y al menos una segunda apertura de antena con segundos elementos de antena disponiéndose la estructura de antena para su operación en al menos una banda alta y una baja de frecuencias. Los primeros elementos de antena están dispuestos para su operación en la banda de alta frecuencia y dichos segundos elementos de antena para su operación en la banda de baja frecuencia. Los primeros elementos de antena tienen una polarización sustancialmente perpendicular a la polarización de los segundos elementos de antena y los segundos elementos de antena están dispuestos en al menos un grupo. Cada uno de dicho grupo comprende un número de segundos elementos de antena acoplados en serie, teniendo un punto común de alimentación en una estructura recta de alimentación. Una estructura de alimentación está ubicada adyacente a cada grupo de segundos elementos de antena. La dirección de la estructura de alimentación es sustancialmente perpendicular a la polarización de los primeros elementos de antena.

La invención también incluye un sistema de radar que comprende una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1-16.

Se logran ventajas adicionales implementando una o varias de las características de las reivindicaciones dependientes que se explicarán posteriormente.

Breve descripción de los dibujos

- La Figura 1 muestra de manera esquemática un ejemplo de una vista superior de una apertura de antena de PSR.
- La Figura 2 muestra de manera esquemática un ejemplo de una vista superior de una antena de IFF/SSR encima de una antena de PSR según una realización de la invención.
- La Figura 3a muestra de manera esquemática una vista superior de un ejemplo de la disposición de alimentación a los dipolos según la invención.
- La Figura 3b muestra de manera esquemática una vista lateral de un ejemplo de la disposición de alimentación a los dipolos según la invención.
- La Figura 3c muestra de manera esquemática una vista lateral de un acoplamiento galvánico con los segundos elementos de antena.
- La Figura 4 muestra de manera esquemática un ejemplo de una estructura de antena según la invención.
- La Figura 5 muestra de manera esquemática ejemplos de distintas configuraciones de aperturas de antena.

Descripción detallada

Ahora, se describirá la invención en detalle con referencia a los dibujos.

En general, la invención es aplicable a antenas para la radiocomunicación o un sistema de radar que requiere dos aperturas de antena que funcionan en bandas distintas de frecuencias. De aquí en adelante en la descripción, la invención es ejemplificada con un sistema de radar que requiere una apertura de antena para una antena de PSR que opera a cierta frecuencia alta y una apertura de antena para una antena de IFF/SSR que opera a cierta frecuencia más baja. Dentro del alcance de la invención son posibles otras combinaciones de una banda de frecuencia alta y una de frecuencia baja. Una aplicación típica puede ser una frecuencia alta de uno a varios GHz, siendo la frecuencia alta 3-4 veces mayor que la frecuencia baja. En este ejemplo, se definen ciertas direcciones de ranuras, columnas y polarizaciones como verticales y horizontales. Sin embargo, la invención es aplicable a otras direcciones siempre y cuando las dos direcciones sean sustancialmente perpendiculares.

Cuando se define que cierta apertura está ubicada delante o encima de otra apertura, de aquí en adelante, esta cierta apertura está concebida para estar situada más lejos en una dirección media del haz de calibración de la estructura de antena en el modo de transmisión que la otra apertura, es decir, más cerca del campo lejano de los patrones de radiación de la estructura de antena, teniendo cada apertura de antena su propio patrón de radiación.

5 Una dirección del haz de calibración es una dirección perpendicular a una apertura de antena. Cuando las aperturas de antena son sustancialmente paralelas, las direcciones del haz de calibración son las mismas para cada apertura de antena. Cuando las aperturas no están en paralelo, tienen distintas direcciones del haz de calibración y aquí se define la dirección media del haz de calibración como una dirección a medio camino entre las dos direcciones del haz de calibración que tengan la mayor diferencia en la dirección del haz de calibración.

10 Este ejemplo de una antena de PSR consiste en un número de guías orientadas verticalmente con un número de ranuras de derivación orientadas a lo largo de la extensión de las guías según se muestra en la figura 1. Sin embargo, la antena de PSR puede ser realizada con otros elementos de antena, por ejemplo, con elementos de dipolo o guías abiertas en un extremo. La Figura 1 muestra una primera apertura 101 de antena con primeros elementos 102 de antena y guías 103. En el ejemplo, que ilustra la invención, los primeros elementos de antena son ranuras verticales en una superficie conductora 104. Una ranura vertical tiene, como es bien sabido para la persona experta, una polarización horizontal. Las ranuras verticales están dispuestas en un retículo regular y ubicadas en columnas verticales 105 de los primeros elementos de antena a lo largo de una línea vertical central 106 de cada guía. Cada segunda ranura está descentrada hacia un lado de la línea central 106 y las ranuras entre medias están descentradas hacia el lado opuesto de la línea central. Hay una primera distancia 107 sustancialmente constante entre las líneas centrales de las guías adyacentes y una segunda distancia 108 sustancialmente constante entre ranuras contiguas en una columna. La primera apertura de antena tiene un primer borde 109 y un segundo borde 110, siendo los bordes parte del perímetro de la primera apertura de antena. El primer borde limita la extensión longitudinal de las columnas 105 de los primeros elementos de antena en una dirección y el segundo borde limita la extensión longitudinal de las columnas 105 de los primeros elementos de antena en la dirección opuesta. La forma de la primera apertura de antena es rectangular en el ejemplo de la figura 1, pero cualquier otra forma es posible dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, la forma puede ser adaptada para encajar en una forma de cúpula que cubre la primera apertura de antena. La cantidad de descentrado de las ranuras y la longitud de las ranuras pueden variar ligeramente de ranura en ranura para lograr un efecto de ahusamiento que implica que se concentre más la distribución actual en la apertura de antena en las partes centrales de la apertura. Este ahusamiento tendrá como resultado una disminución del nivel del lóbulo lateral en el plano de elevación.

Los guías son alimentados de cualquier manera convencional bien conocida para la persona experta. Normalmente, se puede llevar a cabo la alimentación con un adaptador entre el guías y algún otro tipo de línea de transmisión, por ejemplo, línea de microcinta o de cinta.

35 Para que el haz principal de la primera apertura de antena sea susceptible de barrido electrónico, es preciso que la primera distancia 107 entre las líneas centrales sea, normalmente, aproximadamente media longitud de onda o menos de una frecuencia central en la banda de frecuencias de la primera apertura de antena. Esto también significa que la primera distancia 107 puede ser algo mayor que media longitud de onda, dependiendo de los requisitos de barrido de la antena. Para la antena de PSR esto se corresponde, normalmente, con una primera distancia de unos centímetros. Si la distancia se vuelve mayor, empezarán a aparecer lóbulos de rejilla cuando el haz sea barrido de manera electrónica fuera de la línea calibración. La línea de calibración es una dirección perpendicular a la apertura de la antena. Sin embargo, la invención también es aplicable a antenas no susceptibles de barrido, lo que quiere decir que la primera distancia 107 puede ser mayor que media longitud de onda, normalmente, aproximadamente una longitud de onda.

45 Un aspecto importante de la invención es colocar una antena "transparente" de IFF/SSR sustancialmente dentro de la misma área que la antena de PSR e integrar, así, dos aperturas de antena sustancialmente dentro de la misma geometría física. En una realización, se coloca la antena de IFF/SSR delante o encima de la antena de PSR. Esto es posible hacerlo si las dos funciones de antena están separadas en frecuencia y/o polarización, lo cual se puede lograr utilizando dipolos verticales para la antena de IFF/SSR y ranuras verticales para la antena de PSR. Sin embargo, esto es solamente una posible aplicación de la invención. En general, la invención es aplicable a la integración de una apertura de antena de alta frecuencia —la primera apertura de antena— con una apertura de antena de baja frecuencia —la segunda apertura de antena— apilando las dos antenas de apertura. También es posible tener más de dos aperturas de antenas, según se explicará en asociación con la figura 4.

55 De aquí en adelante en la descripción, la invención será explicada, a no ser que se especifique algo distinto, con un ejemplo en el que se coloca la antena de IFF/SSR delante o encima de la antena de PSR, es decir, la apertura de antena de baja frecuencia es transparente para la apertura de antena de alta frecuencia y la apertura de antena de alta frecuencia "irradia a través" de la apertura de antena de baja frecuencia. Sin embargo, también es posible la situación contraria dentro del alcance de la invención, es decir, la apertura de antena de alta frecuencia es transparente para la apertura de antena de baja frecuencia y la apertura de antena de baja frecuencia "irradia a través" de la apertura de antena de alta frecuencia.

En el ejemplo que ilustra la invención, la primera apertura de antena es una antena de PSR con primeros elementos de antena realizados como ranuras verticales en guiondas verticales. Los guiondas están dispuestos lado a lado según se muestra en la figura 1. Las ranuras están polarizadas de manera horizontal.

5 La segunda apertura de antena es una antena de IFF/SSR con segundos elementos de antena consistentes en dipolos verticales; véase la figura 2. Los dipolos verticales tienen, como es bien sabido para la persona experta, una polarización vertical. Debido a que la polarización de los dipolos es perpendicular a la polarización de la antena de PSR, la perturbación será razonablemente pequeña.

10 La longitud de los dipolos será aproximadamente de tres a cuatro veces la longitud de ranura, dado que la longitud de onda en esta frecuencia de IFF/SSR es aproximadamente de tres a cuatro veces la de la longitud de onda en la frecuencia de PSR. Un problema de esta solución es que los dipolos pueden tener que ser alimentados a través de la placa de antena ranurada, especialmente si se desea apilar un número de dipolos encima o delante unos de otros. Sin embargo, la presente invención resuelve este problema con una disposición de alimentación que será explicada en asociación con la figura 3.

15 En una realización de la invención, se sitúa un conjunto de columnas verticales, alimentadas en serie, de segundos elementos de antena delante de la antena de PSR que comprende una apertura ranurada de guiondas u otra primera apertura de antena polarizada de manera horizontal, según se muestra en la figura 2. En una solución alternativa, la primera apertura de antena puede estar polarizada de manera vertical —por ejemplo, utilizando ranuras horizontales— y la segunda apertura de antena polarizada de manera horizontal —por ejemplo, utilizando dipolos horizontales—. La dirección de polarización de las dos aperturas de antena es arbitraria siempre y cuando las dos polarizaciones sean sustancialmente perpendiculares entre sí. Los segundos elementos de antena de la segunda apertura de antena no tienen que ser necesariamente dipolos, sino que pueden ser otros elementos de antena como, por ejemplo, parches alargados. Una característica importante de la invención es que la polarización de los elementos primeros y segundos de antena es sustancialmente perpendicular.

25 La Figura 2 muestra con líneas de puntos la primera apertura 101 de antena, con las ranuras verticales 102 y la superficie conductora 104 cubiertas con la segunda apertura 200 de antena que comprende segundos elementos 201 de antena, en este ejemplo, que comprende dipolos verticales. Por lo tanto, la estructura de antena comprende dos aperturas apiladas de antena. Los dipolos están dispuestos en al menos un grupo y, en una realización, dicho grupo o dichos grupos pueden estar dispuestos en columnas de segundos elementos de antena como partes conductoras en una capa superior de un sustrato tal como una placa de circuito impreso (PCB). La PCB con los dipolos en cada columna acoplados en series constituye, entonces, la segunda apertura de antena. La PCB puede ser de un tipo rígido o flexible. En aras de la claridad, solamente se muestran los dipolos y las líneas de alimentación de los dipolos de la segunda apertura de antena. Se muestran la primera apertura subyacente 101 de antena y las ranuras verticales 102 de la primera apertura de antena con líneas de puntos. Por lo tanto, la PCB cubre la primera apertura 101 de antena. Los dipolos están dispuestos en columnas 202 sustancialmente paralelas de los segundos elementos de antena y cada columna de los segundos elementos de antena está colocada sustancialmente en paralelo con las columnas 105 de los primeros elementos de antena. Normalmente, los dipolos están ubicados entre las columnas de los primeros elementos de antena. Por la misma razón que se ha explicado para la primera apertura de antena, la distancia entre columnas contiguas de los segundos elementos de antena, debería ser sustancialmente constante y, normalmente, aproximadamente media longitud de onda o menos de una frecuencia central en la banda de frecuencias de la segunda apertura de antena para que la estructura de antena sea susceptible de barrido electrónico. Se define esta distancia como una tercera distancia 203. Esto también quiere decir que la tercera distancia 203 puede ser algo mayor que media longitud de onda, dependiendo de los requisitos de barrido de la antena. En este ejemplo, la tercera distancia 203 es aproximadamente 3-4 veces mayor que la primera distancia 107 correspondiente a la diferencia en longitud de onda entre las aperturas primera y segunda de antena. En este ejemplo, la columna 202 de los segundos elementos de antena es insertada después de la primera columna 105 de los primeros elementos de antena (cuando las columnas de ranuras están numeradas de izquierda a derecha) y, a continuación, después de cada tercera columna de los primeros elementos de antena. Para una estructura de antena no susceptible de barrido, la tercera distancia puede ser mayor que media longitud de onda, normalmente, aproximadamente una longitud de onda. También existe una cuarta distancia 204 sustancialmente constante entre dipolos contiguos en una columna de los segundos elementos de antena. La longitud y la anchura de un dipolo pueden variar ligeramente de dipolo a dipolo para lograr el efecto de ahusamiento, según se menciona en asociación con la figura 1. La cuarta distancia 204 puede variar ligeramente para cambiar la fase de cada dipolo y, por lo tanto, la forma y la dirección del lóbulo en elevación.

55 La segunda apertura de antena está, en un ejemplo de la invención, normalmente situada delante de la primera apertura de antena a una distancia del orden de una longitud de onda de la frecuencia central de la banda de frecuencias de la primera apertura de antena.

60 La segunda apertura de antena tiene un tercer borde 209 y un cuarto borde 210, siendo los bordes parte del perímetro de la segunda apertura de antena. El tercer borde limita la extensión longitudinal de la columna 202 de los segundos elementos de antena en una dirección y el cuarto borde limita la extensión longitudinal de la columna 202 de los segundos elementos de antena en la dirección opuesta. En el ejemplo de la figura 2, la forma de la segunda

apertura de antena es rectangular, pero cualquier otra forma es posible dentro del alcance de la invención. La forma puede ser, por ejemplo, adaptada para encajar una forma de cúpula que cubra la segunda apertura de antena.

5 Todos los dipolos en una columna 202 de los segundos elementos de antena son alimentados de manera indirecta a través de una línea recta 206 de microcinta. Cada línea de microcinta tiene un punto común 205 de alimentación para todos los dipolos de una columna. El punto común de alimentación está ubicado en el tercer o cuarto borde. Cada grupo de segundos elementos de antena, en este ejemplo dipolos en columnas, tiene, así, un punto común de alimentación en una línea recta de microcinta, estando ubicada una línea de microcinta adyacente a cada grupo de segundos elementos de antena. La línea de microcinta puede ser implementada en capas adicionales de la PCB o en algún otro tipo de sustrato no conductor, según se mostrará en detalle en las figuras 3 y 4.

10 Por lo tanto, cada columna 202 de los segundos elementos de antena puede ser alimentada desde uno de los bordes de la estructura de antena de radar y, por lo tanto, no son necesarios orificios pasantes de alimentación. El número de dipolos de cada columna debe estar limitado para cumplir el requisito de ancho de banda. El ancho de banda se reducirá con el número de elementos de antena. Normalmente, será posible cubrir el ancho de banda de IFF/SSR con 5-6 elementos de antena. Además, según se describe, los dipolos y las líneas de alimentación deben ser diseñados para ser tan transparentes como sea posible a la función primaria de radar.

15 Los dipolos son, preferentemente, dipolos acoplados por proximidad, alimentados desde una línea recta de microcinta con pequeños "huecos" debajo de los dipolos; véanse las figuras 3a y 3b. Los dipolos también pueden estar acoplados de manera galvánica con la línea de microcinta según se ilustra en la figura 3c.

20 Por lo tanto, la estructura de alimentación puede, por ejemplo, ser una línea de microcinta u otra estructura adecuada de alimentación y se ejemplifica, de aquí en adelante, con una línea de microcinta.

25 La Figura 3a muestra una vista superior de un ejemplo de una línea recta alargada 301 de microcinta aplicada a algún tipo de sustrato como una placa de circuito impreso (PCB) o una placa flexible de circuito impreso (FPCB) u otro material laminar no conductor. La línea de microcinta tiene un hueco 302 y un segundo elemento de antena que comprende, en este ejemplo, un elemento 303 de dipolo, ubicado encima del hueco con un punto medio del elemento de dipolo centrado encima del hueco. La línea de microcinta tiene el punto común 205 de alimentación de RF en un punto extremo de la línea y la línea de microcinta puede tener varios huecos con un elemento de dipolo centrado encima de cada hueco. El punto medio del dipolo está ubicado, esencialmente, en el centro de la extensión longitudinal del elemento de dipolo. En otros ejemplos de la invención, según se describirá adicionalmente a continuación, no es preciso que el punto medio del dipolo esté centrado encima del hueco, siempre y cuando una parte del dipolo tenga una prolongación vertical hacia el hueco que cubra al menos una parte del hueco.

30 La Figura 3b muestra una vista lateral de la línea 301 de microcinta con el hueco 302, el elemento 303 de dipolo y el punto común 205 de alimentación de RF. La línea alargada 301 de microcinta es aplicada a un material laminar no conductor ubicado entre las aperturas primera y segunda de antena. La flecha 300 muestra la dirección media del haz de calibración en el modo de transmisión para la configuración de la figura 3. La línea de microcinta tiene un hueco 302 para cada elemento de antena en la segunda apertura de antena con una prolongación vertical del segundo elemento de antena hacia la línea de microcinta que cubre al menos parte del hueco y la línea de microcinta tiene el punto común 205 de alimentación de RF ubicado en un punto extremo de la línea de microcinta. La Figura 3b también muestra un plano 304 de tierra ubicado en un lado de la línea de microcinta orientado en dirección contraria al elemento 303 de dipolo. El plano 304 de tierra de la línea de microcinta puede ser bien la superficie de la antena de ranura (entre las ranuras) o bien una superficie conductora tal como un número de hilos conductores u otros elementos conductores, siendo sustancialmente paralelos a la extensión de los elementos primeros y segundos de antena, en este ejemplo los dipolos y las ranuras, y estando impresos sobre un sustrato, estando ubicado el sustrato a cierta distancia delante de la primera apertura. La estructura conductora también puede estar integrada en el sustrato, según se ilustra en la figura 4. Esta distancia no es crítica, normalmente, se utiliza una distancia desde media hasta una longitud de onda de una frecuencia operativa media de la primera apertura de antena. Sin embargo, la distancia entre la estructura conductora, que forma el plano de tierra, y la primera apertura de antena puede ser adaptada a la aplicación en sí. Esto proporciona una libertad adicional para ubicar los segundos elementos de antena, en este ejemplo antenas de dipolo en la cúpula. Un primer elemento parásito 306 de dipolo encima o delante del primer elemento 303 de dipolo puede ser utilizado, opcionalmente, para aumentar el ancho de banda o para hacer doblemente resonante la segunda apertura de antena haciendo que funcione en dos bandas de frecuencias. Se pueden apilar, opcionalmente, elementos adicionales parásitos de dipolo encima o delante de los primeros elementos parásitos de dipolo. La estructura de antena puede tener, por lo tanto, al menos una banda alta y una baja de frecuencias. El primer elemento parásito de dipolo es alimentado de manera no galvánica desde el elemento de dipolo y los elementos adicionales, de manera opcional, parásitos de dipolo son alimentados desde un elemento adyacente parásito de dipolo. Según se explica en asociación con la figura 3a, la línea de microcinta puede tener diversos huecos, cada uno de ellos con elementos asociados de dipolo y con el o los elementos opcionalmente parásitos. Una ventaja de la invención es que la dirección de las líneas de microcinta, en el ejemplo de la figura 2, está alineada sustancialmente en paralelo con las ranuras de la apertura de antena, pero es más importante que sea sustancialmente perpendicular a la polarización de los primeros elementos de antena. La característica general para todas las aplicaciones de la invención es que la dirección de la estructura de alimentación

sea sustancialmente perpendicular a la polarización de los primeros elementos de antena. Esta característica minimiza las perturbaciones de la disposición de alimentación a las radiaciones desde las aperturas primera y segunda dado que el alargamiento de la estructura de alimentación, en la dirección de la dirección de la polarización de la primera antena, es mucho menor que la longitud de onda utilizada para la primera antena.

- 5 La línea recta de microcinta está ubicada, por lo tanto, adyacente a los segundos elementos de antena, siendo la dirección de la línea de microcinta sustancialmente perpendicular a la polarización del patrón de radiación de los primeros elementos de antena.

En aras de la claridad, la figura 3 solamente muestra las partes conductoras de la estructura de antena.

- 10 La Figura 3c muestra un ejemplo de un acoplamiento galvánico entre la línea de microcinta y los segundos elementos de antena como una alternativa al acoplamiento por proximidad descrito en asociación con las figuras 3a y 3b. En la figura 3c un primer elemento conductor 307 se conecta entre la línea 301 de microcinta y una primera parte 309 del elemento de dipolo y un segundo elemento conductor 308 se conecta entre la línea 301 de microcinta y una segunda parte 310 del elemento de dipolo. Las partes primera y segunda de los elementos de dipolo están separadas por un hueco 311 de dipolo. Los elementos conductores primero y segundo hacen contacto con la línea de microcinta en lados distintos del hueco 302. Aquí, el elemento de dipolo es una realización del segundo elemento de antena.

- 20 Por lo tanto, la invención proporciona una estructura de antena que comprende al menos dos aperturas apiladas de antena: la primera apertura de antena con primeros elementos de antena y al menos una segunda apertura de antena con segundos elementos de antena. La estructura de antena está dispuesta para su operación en al menos una banda alta y una baja de frecuencias. Los primeros elementos de antena están dispuestos para su operación en la banda de alta frecuencia y dichos segundos elementos de antena para su operación en la banda de baja frecuencia. Los primeros elementos de antena están dispuestos para tener una polarización sustancialmente perpendicular a la polarización de los segundos elementos de antena. Los segundos elementos de antena están dispuestos en al menos un grupo y cada uno de dicho grupo comprende un número de segundos elementos de antena acoplados en serie y dispuestos para tener un punto común de alimentación en una estructura recta de alimentación. Una estructura de alimentación está ubicada adyacente a cada grupo de segundos elementos de antena. La dirección de la estructura de alimentación es sustancialmente perpendicular a la polarización de los primeros elementos de antena.

- 30 La Figura 4 muestra de manera esquemática una vista lateral de una realización de la invención con la primera apertura 420 de antena, la segunda apertura 421 de antena y una tercera apertura 422 de antena. La primera apertura de antena es una superficie conductora que comprende los primeros elementos de antena, en este ejemplo, realizados como ranuras 423. El plano 304 de tierra, en esta realización, realizado como hilos conductores 412 integrados en un primer material laminar 401, o chapado en una superficie del mismo, que está ubicado sustancialmente en paralelo con la primera apertura 420 de antena a una distancia 426. Los hilos conductores 412 tienen una extensión longitudinal sustancialmente en paralela con los segundos elementos de antena, en este caso los elementos de dipolo. Normalmente, esta distancia es, según se ha mencionado anteriormente, del orden de media a una longitud de onda de la frecuencia de los elementos de antena en la primera apertura de antena. La línea 404 de microcinta con sus huecos 405 es aplicada a un segundo material laminar 403. Una primera estructura 402 de espuma está ubicada entre los materiales laminares primero y segundo. Los segundos elementos 410 de antena, en este ejemplo los elementos de dipolo son aplicados a un tercer material laminar 407 y los primeros elementos opcionales parásitos 411 de antena, en este caso elementos de dipolo son aplicados a un cuarto material laminar 409. La segunda apertura 421 de antena que comprende el tercer material laminar 407 y los segundos elementos 410 de antena, tiene un primer lado 424 orientado hacia una segunda estructura 406 de espuma y hacia la línea 404 de microcinta, y un segundo lado 425 orientado hacia una tercera estructura 408 de espuma y hacia la tercera apertura 422 de antena. La segunda estructura 406 de espuma está ubicada entre los materiales laminares segundo y tercero y la tercera estructura 408 de espuma está ubicada entre los materiales laminares tercero y cuarto. En estas realizaciones, los materiales laminares, las estructuras de espuma, los elementos de antena y las líneas de microcinta están realizados como estructuras planas, cada una ubicada en un plano separado x/y; véase el símbolo 430 de coordenadas. También se pueden utilizar estructuras curvadas, según se mostrará en la figura 5.
- 50 Una estructura adecuada de espuma con una constante dieléctrica relativa cercana a 1 ($\epsilon_r \approx 1$) está disponible con el nombre comercial Rohacell. La dirección media del haz de calibración en el modo de transmisión. en este ejemplo, se encuentra en la dirección z positiva 431.

En esta realización, la segunda apertura 421 de antena comprende:

- 55
 - el tercer material laminar 407 y
 - los segundos elementos 410 de antena.

La tercera apertura 422 de antena comprende:

- el cuarto material laminar 409 y
- los primeros elementos parásitos 411 de antena.

Separando las aperturas primera y segunda de antena por la distancia 426 y los grosores de las estructuras primera 402 y segunda 406 de espuma y los materiales laminares primero 401 y segundo 403, sobre y encima teniendo polarizaciones ortogonales entre los elementos de antena de las aperturas primera y segunda de antena, las perturbaciones entre las dos aperturas de antena se minimizarán, lo cual es una ventaja de la invención. La separación por la distancia 426 se puede lograr por medios mecánicos convencionales o se puede insertar una estructura adicional de espuma entre la primera apertura 420 de antena y el primer material laminar 401 con los hilos conductores 412 formando el plano de tierra.

En realizaciones adicionales, una o varias de las estructuras de espuma pueden ser eliminadas y sustituidas por el grosor de los propios materiales laminares. Como alternativa, se pueden utilizar otros tipos de estructuras como, por ejemplo, la alveolar. También es posible sustituir la estructura de espuma con aire y una disposición mecánica para separar los materiales laminares. Los materiales laminares son, normalmente, algún tipo de PCB rígido o flexible, pero puede ser cualquier tipo de soporte no conductor para los elementos conductores como los elementos de antena, el plano de tierra o la línea de microcinta.

Otra realización ventajosa de la invención es incorporar a la estructura de antena la segunda apertura de antena con la estructura de alimentación y el plano de tierra y, opcionalmente, la tercera apertura de antena en una cúpula. Las estructuras de espuma descritas anteriormente pueden ser sustituidas, entonces, en una realización, con el material de la cúpula. Sin embargo, la cúpula puede estar fabricada de muchas maneras. Una posibilidad, es hacerlo macizo con las aperturas segunda y tercera de antena integradas, según se ha descrito anteriormente, y con un grosor aproximadamente igual o mucho menor que media longitud de onda de una frecuencia central de la banda de frecuencias de la primera apertura de antena. Otra manera de realizar la cúpula es construirla como una estructura multicapa con dos o más capas duras que comprenden unas PCB con elementos de antena y, opcionalmente, también una estructura de alimentación y un plano de tierra. Se inserta, a continuación, un material de espuma o alveolar entre las capas duras. Entonces, se monta la cúpula encima o delante de la primera apertura de antena a una distancia adecuada. La cúpula tendrá plásticos eliminados de ciertas áreas para permitir que haga contacto con el punto común de alimentación de RF de los segundos elementos de antena y con el plano de tierra.

Las aperturas de antena pueden ser planas, extenderse en un plano x/y y ser sustancialmente paralelas entre sí, según se ha explicado en asociación con la figura 4. Sin embargo, las aperturas de antena también pueden estar curvadas en una tercera dimensión y las aperturas no tienen que ser necesariamente paralelas. La Figura 5 muestra algunas posibles configuraciones cuando hay dos aperturas. La Figura 5a muestra las aperturas apiladas primera y segunda 420 y 421 de antena, estando las aperturas de antena en paralelo con la prolongación vertical de la segunda apertura 421 cubriendo completamente el área de la primera apertura 420. La Figura 5b muestra un ejemplo en el que las aperturas están en paralelo, con la prolongación vertical de la segunda apertura cubriendo una parte principal del área de la primera apertura y un área 501 fuera del área de la primera apertura. La Figura 5c es una variación de la figura 5b en la que la prolongación vertical de la segunda apertura está cubriendo una parte principal de la primera apertura a excepción de ciertas áreas laterales primera 502 y segunda 503. La Figura 5d ilustra dos aperturas planas que no están en paralelo, con la prolongación vertical de la segunda apertura cubriendo el área completa de la primera apertura. Las Figuras 5e-5g muestran tres ejemplos de aperturas curvadas en las que la prolongación vertical de la segunda apertura cubre un área principal de la primera apertura, mostrando la Figura 5e una segunda apertura curvada y una primera apertura plana, mostrando la figura 5f una segunda apertura plana y una primera apertura curvada y, finalmente, mostrando la figura 5g ambas aperturas curvadas. También son posibles combinaciones de los ejemplos, como, por ejemplo, el ejemplo de la figura 5e y 5b en el que una parte de la prolongación vertical de la segunda apertura se encuentra fuera del área de la primera apertura. En la realización, con la segunda apertura incorporada en la cúpula, la configuración de la figura 5e puede ser adecuada para permitir que la segunda apertura se adapte a cierta forma externa deseable de la estructura de antena.

Un ejemplo adicional de una realización de la invención es que los segundos elementos de antena sean aplicados a una primera capa de una PCB flexible (FPCB) o una PCB que incluya la línea de microcinta en una segunda capa intermedia. La FPCB o la PCB que puede ser muy delgada, normalmente, de aproximadamente 1-3 mm, es aplicada, entonces, directamente a la primera apertura de antena utilizando las partes conductoras entre las ranuras de la primera apertura de antena como el plano 304 de tierra. Entonces, las dos aperturas de antena serán aplicadas sustancialmente en el mismo plano.

La invención hace posible utilizar sustancialmente la misma área geométrica para dos funciones de antena, distintas en frecuencia y polarización. Para la aplicación descrita anteriormente, es importante utilizar una apertura lo mayor posible para la antena de IFF/SSR para proporcionar una buena precisión angular y para obtener una ganancia elevada.

Los segundos elementos de antena están alimentados desde los bordes tercero (209) y cuarto (210) de la segunda apertura de antena. Esto quiere decir que no se requieren ningún orificio pasante de alimentación, lo cual es una ventaja adicional de la invención.

La invención ha sido ejemplificada con distintas realizaciones y ejemplos de cómo construir la estructura de antena y de cómo realizar los distintos elementos, tales como los elementos de antena, los materiales laminares, las

5 estructuras de espuma, el plano de tierra y las líneas de microcinta que son parte de la estructura de antena. Sin embargo, la invención no está limitada a estas realizaciones y ejemplos, sino que puede ser realizada de cualquier manera conveniente dentro del alcance de la invención. Como ejemplo, las líneas de microcinta y los segundos elementos de antena pueden ser realizados como láminas metálicas encoladas, por ejemplo, a una estructura de espuma Rohacell.

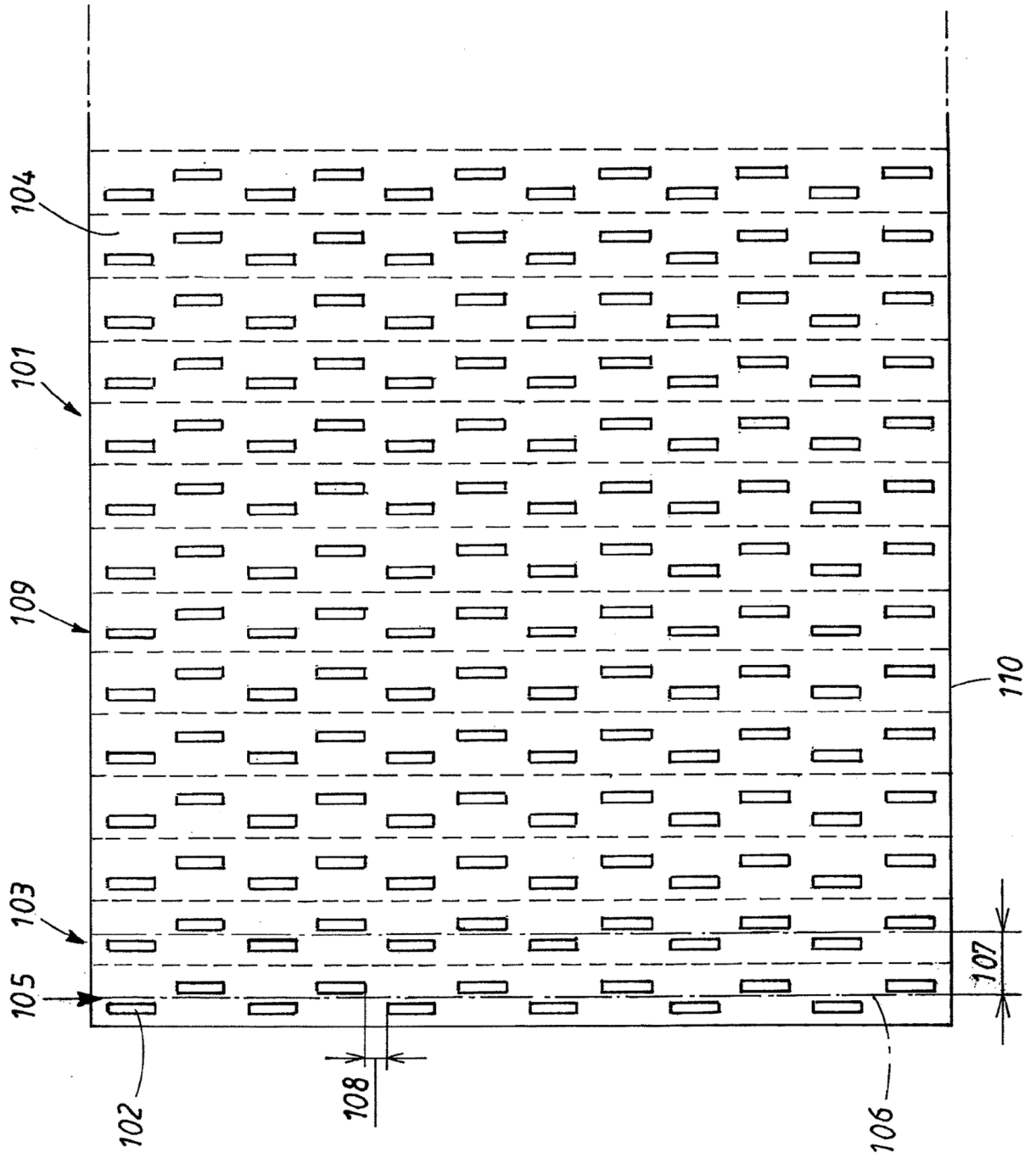
La invención no está limitada a las anteriores realizaciones, sino que puede variar libremente dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

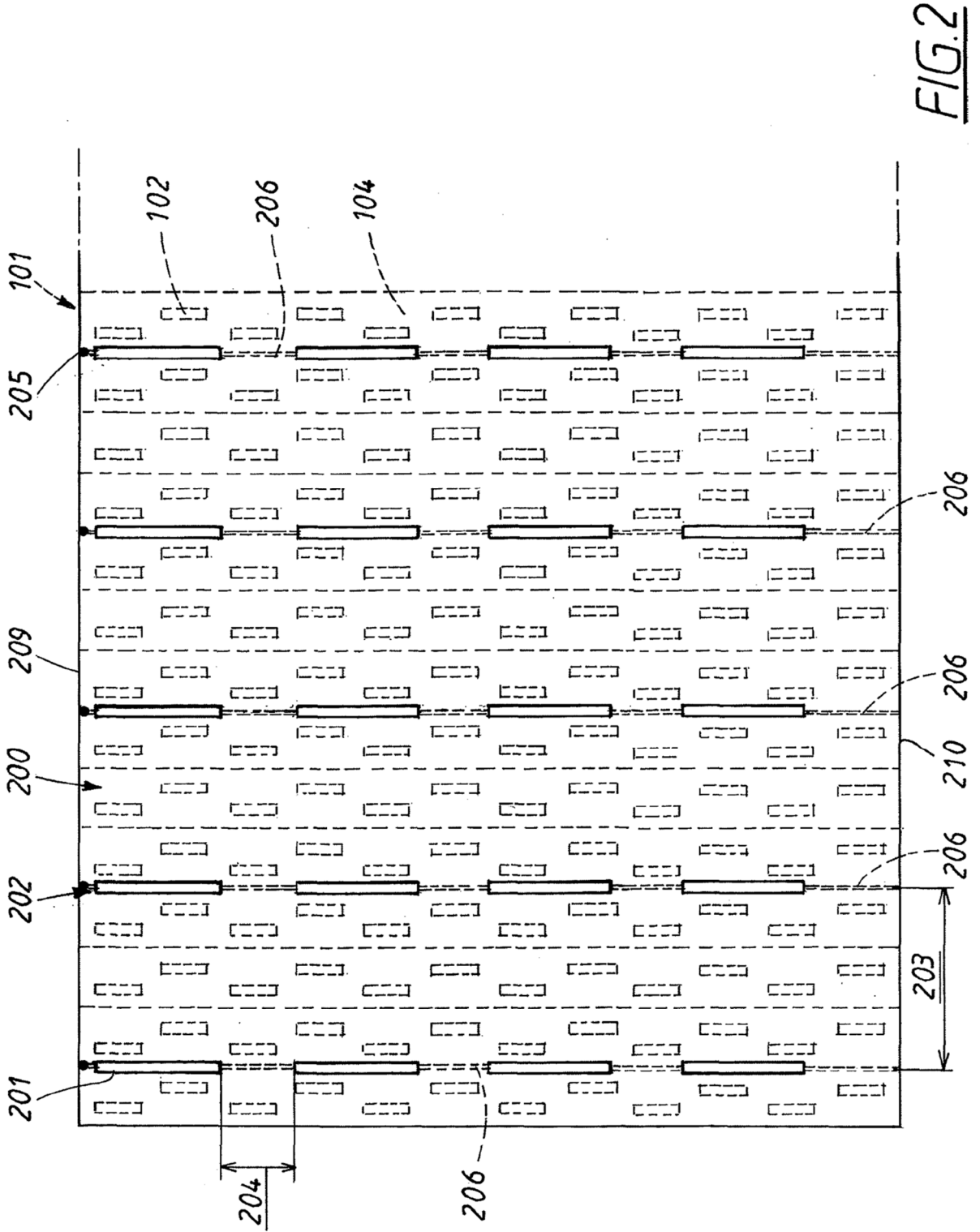
REIVINDICACIONES

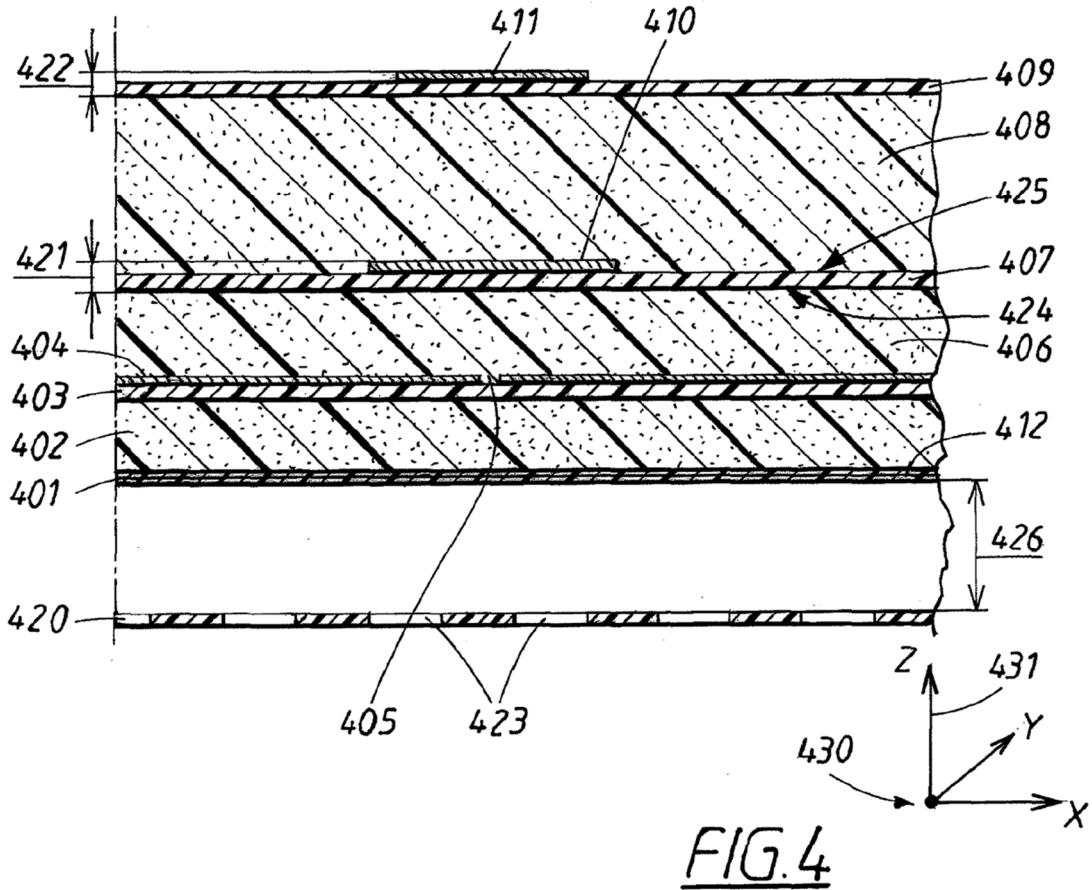
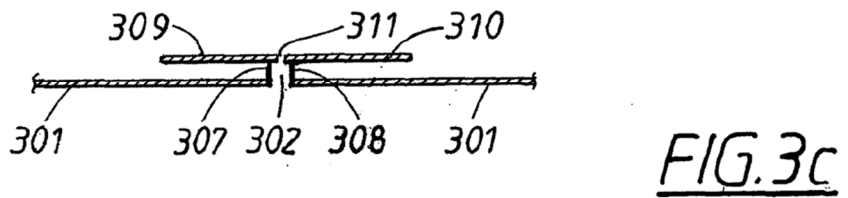
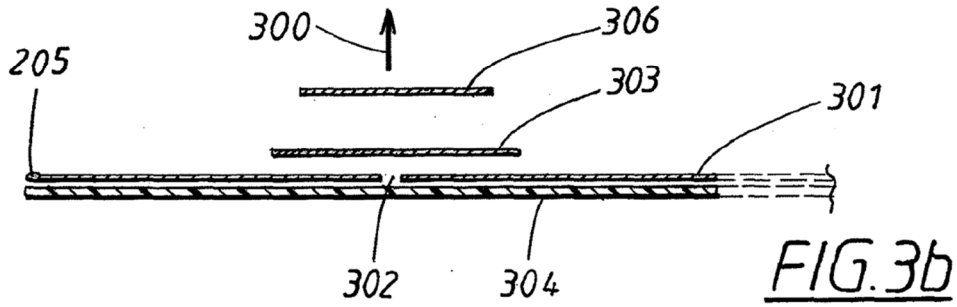
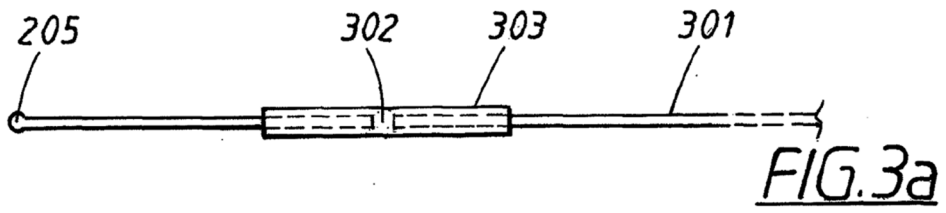
- 5 1. Una estructura de antena que comprende al menos dos aperturas apiladas de antena, una primera apertura (101, 420) de antena con primeros elementos (102, 423) de antena y al menos una segunda apertura (200, 421) de antena con segundos elementos (201, 410) de antena, **caracterizada porque** la estructura de antena está dispuesta para su operación en al menos una banda de alta frecuencia y en una de baja, estando dispuestos los primeros elementos (102, 423) de antena para su operación en la banda de alta frecuencia y estando dispuestos dichos segundos elementos (201, 410) de antena para su operación en la banda de baja frecuencia, estando dispuestos los primeros elementos (102, 423) de antena para tener una polarización sustancialmente perpendicular a la polarización de los segundos elementos (201, 410) de antena, y **porque** los segundos elementos de antena están dispuestos en al menos un grupo y cada uno de dicho grupo comprende un número de segundos elementos de antena acoplados en serie, están dispuestos para tener un punto común (205) de alimentación en una estructura recta (206, 301, 404) de alimentación, estando ubicada una estructura de alimentación adyacente a cada grupo de segundos elementos de antena, siendo la dirección de la estructura de alimentación sustancialmente perpendicular a la polarización de los primeros elementos (102, 423) de antena.
- 10 2. Una estructura de antena según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los segundos elementos (201, 410) de antena son dipolos y **porque** cada uno de dicho grupo está dispuesto en una columna (202) de segundos elementos de antena, siendo las columnas sustancialmente paralelas y/o
- 15 **porque** los primeros elementos (102, 423) de antena son ranuras en guías paralelas (103), siendo paralelos los guías a las columnas (202) de los segundos elementos de antena y estando dispuestas las ranuras en un retículo.
- 20 3. Una estructura de antena según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** las columnas (202) de los segundos elementos de antena están dispuestas entre columnas (105) de los primeros elementos de antena y/o
- 25 **porque** la segunda apertura (200, 421) de antena está ubicada encima o delante de la primera apertura de antena y tiene una prolongación vertical hacia la primera apertura (101, 420) de antena, que está, principalmente, en el área de la primera apertura de antena.
- 30 4. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, **caracterizada porque** los primeros elementos parásitos (411) de dipolo en una tercera apertura (422) de antena están ubicados encima o delante de un segundo lado (425) de la segunda apertura (421) de antena y/o
- 35 **porque** las columnas (105) de los primeros elementos de antena están dispuestas a lo largo de una línea central (106) de cada guías (103), estando descentrada cada segunda ranura hacia un lado de la línea central (106) y estando descentradas las ranuras intermedias hacia el lado opuesto de la línea central y **porque** hay una primera distancia sustancialmente constante (107) entre las líneas centrales de guías adyacentes y una segunda distancia sustancialmente constante (108) entre ranuras contiguas en la columna (105) de los primeros elementos de antena.
- 40 5. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, **caracterizada porque** las columnas (202) de los segundos elementos de antena están colocadas entre dos columnas (105), y en paralelo con las mismas, de los primeros elementos de antena, siendo el desplazamiento paralelo aproximadamente la mitad de la primera distancia (107), siendo sustancialmente constantes una tercera distancia (203) entre columnas contiguas de los segundos elementos de antena y una cuarta distancia (204) entre los segundos elementos contiguos de antena en una columna (202) de los segundos elementos de antena.
- 45 6. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, **caracterizada porque** el plano (304) de tierra de la estructura (206, 301, 404) de alimentación comprende una estructura conductora ubicada a cierta distancia encima o delante de la primera apertura de antena.
- 50 7. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, **caracterizada porque:**
- la primera apertura de antena es una superficie conductora que comprende los primeros elementos (423) de antena,
 - el plano (304, 412) de tierra que comprende una estructura conductora está integrado en un primer material laminar (401) y ubicado sustancialmente en paralelo con la primera apertura (420) de antena a una distancia (426),
 - la estructura (404) de alimentación con sus huecos (405) es aplicada a un segundo material laminar (403),
 - los segundos elementos (410) de antena son aplicados a un tercer material laminar (407) y
 - los primeros elementos parásitos opcionales (411) de antena son aplicados a un cuarto material laminar (409).
- 55

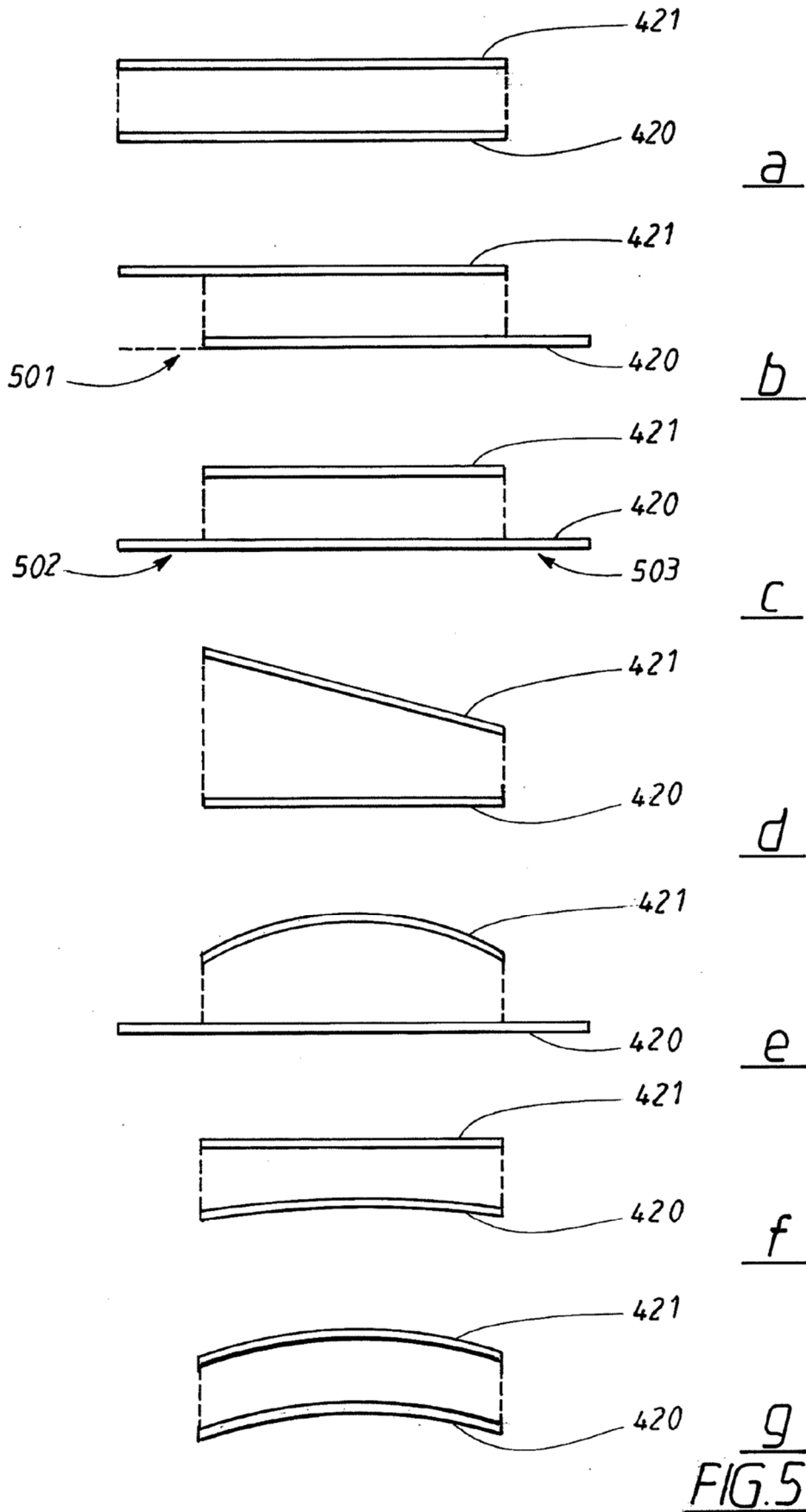
8. Una estructura de antena según la reivindicación 7, **caracterizada porque**:
- una primera estructura (402) de espuma está ubicada entre los materiales laminares primero y segundo y
 - una segunda estructura (406) de espuma está ubicada entre los materiales laminares segundo y tercero y una tercera estructura (408) de espuma está ubicada entre los materiales laminares tercero y cuarto
- 5 y/o
porque el plano (304, 412) de tierra, la estructura (404) de alimentación, la primera estructura (402) de espuma, el primer elemento parásito opcional (411) de antena y la segunda estructura (406) de espuma están integrados en una cúpula que cubre la primera antena (101, 420) de antena.
- 10 9. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, **caracterizada porque** la segunda apertura (200, 421) de antena y la estructura de alimentación con su plano (304) de tierra están integradas en una cúpula que cubre la primera apertura (101, 420) de antena.
- 15 10. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, **caracterizada porque** el plano (304) de tierra de la estructura (301, 404) de alimentación comprende la superficie conductora (104) de la primera apertura (101, 420) de antena.
11. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 10, **caracterizada porque** las aperturas (101, 420, 200, 421) de antena son planas o están curvadas en una tercera dimensión.
- 20 12. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 11, **caracterizada porque** la estructura alargada (206, 301, 404) de alimentación es aplicada a un segundo material laminar (403) no conductor ubicado entre las aperturas primera y segunda de antenas, teniendo la estructura de alimentación un hueco (302, 405) para cada segundo elemento (201, 410) de antena con una prolongación vertical del segundo elemento de antena hacia la estructura de alimentación que cubre al menos parte del hueco y, además, **porque** la estructura de alimentación tiene el punto común (205) de alimentación de RF ubicado en un punto extremo de la estructura de alimentación.
- 25 13. Una estructura de antena según la reivindicación 12, **caracterizada porque** los segundos elementos (201, 410) de antena son dipolos y porque un punto medio del dipolo está centrado encima del hueco (302, 405).
- 30 14. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 13, **caracterizada porque** la primera distancia (107) es aproximadamente media longitud de onda o menos de una frecuencia central en la banda de frecuencias de la primera apertura de antena y porque la tercera distancia (203) es aproximadamente media longitud de onda o menos de una frecuencia central en la banda de frecuencias de la segunda apertura de antena para que la estructura de antena sea susceptible de barrido electrónico y/o **porque** se puede variar ligeramente la cantidad de descentrado de las ranuras y la longitud de las ranuras de ranura a ranura para lograr un efecto de ahusamiento.
- 35 15. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 14, **caracterizada porque** la longitud y la anchura de un dipolo puede variar ligeramente de dipolo en dipolo para lograr un efecto de ahusamiento y/o **porque** los elementos parásitos adicionales de dipolo están apilados encima o delante de los primeros elementos parásitos (411) de dipolo.
- 40 16. Una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 15, **caracterizada porque** los segundos elementos (201, 410) de antena están acoplados por proximidad o acoplados galvánicamente con la estructura (206, 301, 404) de alimentación y/o **porque** los elementos primeros y segundos de antena pueden estar dispuestos para ser barridos de manera electrónica.
- 45 17. Un sistema de radar que comprende una estructura de antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1-16.
- 50 18. Un procedimiento para disponer una estructura de antena que comprende al menos dos aperturas apiladas de antena, una primera apertura (101, 420) de antena con primeros elementos (102, 423) de antena y al menos una segunda apertura (200, 421) de antena con segundos elementos (201, 410) de antena, **caracterizado porque** la estructura de antena está dispuesta para su operación en al menos una banda alta de frecuencias y una baja, estando dispuestos los primeros elementos (102, 423) de antena para su operación en la banda alta de frecuencias y dichos segundos elementos (201, 410) de antena para su operación en la banda baja de frecuencias, teniendo los primeros elementos (102, 423) de antena una polarización sustancialmente
- 55

- 5 perpendicular a la polarización de los segundos elementos (201, 410) de antena y **porque** los segundos elementos de antena están dispuestos en al menos un grupo y teniendo cada uno de dicho grupo, que comprende un número de segundos elementos de antena acoplados en serie, un punto común (205) de alimentación en una estructura recta (206, 301, 404) de alimentación, estando ubicada una estructura de alimentación adyacente a cada grupo de segundos elementos de antena, siendo la dirección de la estructura de alimentación sustancialmente perpendicular a la polarización de los primeros elementos (102, 423) de antena.









g
FIG.5