

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 383**

51 Int. Cl.:

H01Q 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2014** **E 14188667 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017** **EP 3010086**

54 Título: **Antena de sistema en fase**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2018

73 Titular/es:
**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:
**LEYH, MARTIN;
SCHÜHLER, MARIO;
SCHLICHT, MICHAEL y
MAYER, FRANK**

74 Agente/Representante:
SALVA FERRER, Joan

ES 2 657 383 T3

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

DESCRIPCIÓN

Antena de sistema en fase

- 5 **[0001]** Las realizaciones se refieren a una antena de sistema en fase. Las realizaciones adicionales se refieren a un procedimiento para el funcionamiento de una antena de sistema en fase. Algunas realizaciones se refieren a un sistema en fase con elementos radiantes dedicados.
- 10 **[0002]** Para recibir señales de comunicación desde o para transmitir señales de comunicación a un satélite, se requieren antenas con ganancia efectiva significativa y directividad. La ganancia efectiva (por ejemplo, comparada a una antena omni-direccional de 0 dB) es necesaria para compensar las pérdidas de propagación a través del espacio libre y la atmósfera. La directividad (señalamiento) es requerida para distinguir la señal deseada de otras señales recibidas o transmitidas en la misma frecuencia pero desde/a diferentes ubicaciones orbitales diferentes.
- 15 **[0003]** Además de las comunicaciones por satélite, existen los mismos problemas técnicos también para muchos otros sistemas de comunicación, por ejemplo, terrestres, espaciales o aéreos, en los que en general la ganancia de antena elevada mejora el índice de señal a ruido, mientras que la directividad de antena en la dirección de propagación ayuda a mitigar (aislar de) señales eventualmente de interferencia de otras fuentes.
- 20 **[0004]** Bien conocido, el disco parabólico o las antenas de bocina tienen su patrón de ganancia y directividad principalmente definido por geometría y por señalamiento mecánico. Hay un número de aplicaciones en las que tanto el receptor como el transmisor o ambos se están moviendo, tal como terminales de satélite móvil, aéreos, sistemas de satélite no-GEO (GEO = órbita terrestre geosíncrona). En estos casos, tal disposición de antena
- 25 **[0005]** necesitaría estar continuamente realineada para apuntar siempre hacia el socio de comunicación. Esta realineación (o seguimiento) se puede lograr tanto por re-señalamiento mecánico de la antena/reflector/bocina etc. como por una disposición orientable de forma eléctrica, por ejemplo, una antena de sistema en fase bien conocida.
- 30 **[0005]** Las antenas de sistema en fase son conocidas desde hace mucho y son de uso común. No obstante, debido a su precio relativamente alto (los costes de fabricación, número y calidad de componentes) y consumo de energía, su aplicación está limitada a mercados especializados y aplicaciones, por ejemplo, receptores de seguimiento, aplicaciones militares.
- 35 **[0006]** El principio básico tras un sistema en fase es el uso de varios (hasta varios miles) elementos de antena que pueden ser controlados individualmente, en fase y/o amplitud. Dada la disposición conocida de los elementos de antena, es posible sintetizar diferentes patrones de directividad mediante el control de forma individual de la fase (y opcionalmente la amplitud) de cada elemento.
- 40 **[0007]** Por ejemplo, un sistema en fase simple puede estar compuesto por un número de elementos radiantes, colocados de forma equidistante en una fila (sistema en fase lineal). La alimentación de cada uno de estos elementos radiantes a lo largo de la fila con uno idéntico, pero los resultados de señal desplazada de fase en adición
- 45 **[0007]** aditiva y destructiva de las ondas radiadas. Si por ejemplo la distancia de los elementos radiantes de establece en una mitad de la longitud de onda λ y cada elemento es alimentado con una señal con desvío de fase de $\lambda/4$, con respecto al elemento anterior en la fila, la adición de señal coherente ocurrirá en un ángulo de inclinación de 30° con respecto a cenit. Al variar el desvío de fase entre 0 y $\pm \lambda/2$ conducirá a ángulos de inclinación entre 0° (cenit) y $\pm 90^\circ$.
- 50 **[0008]** Un ejemplo para un sistema en fase bidimensional se muestra en la Fig. 1. El sistema en fase 10 está compuesto por una estructura de alimentación 12 que conecta con un número de elementos orientables 14. Cada uno de estos elementos 14 transmite y/o recibe una señal (onda) 16 con una amplitud y fase definida, preestablecida para resultar en la adición de señal coherente a lo largo de la dirección de interés. En el modo de transmisión, un amplificador de energía elevada amplifica y transmite la señal de interés (señal de transmisión) 18 en la estructura de alimentación 12, mediante el uso de una red de divisor 20; en modo de recepción, un amplificador de ruido bajo amplifica la señal recibida (señal de recepción) 22 y combinada de forma constructiva en la red de combinador 20.
- 55 **[0008]** Cabe destacar que la red de divisor 20 y combinador 20 puede tener la misma estructura física y servir como divisor 20 o combinador 20 dependiendo de la dirección de la propagación de señal.
- [0009]** Se conocen varias implementaciones para el desfaseador utilizado en tal sistema en fase. Esto incluye, pero no se limita a, líneas de retardo conmutadas, líneas cargadas, en las que las cargas inductivas o capacitivas

por ejemplo son variadas para hacer variar la velocidad de propagación a lo largo de la línea eléctrica o propagación de onda a través de los medios con características de propagación orientables. El último incluye desfasadores basado en materiales con permitividad o permeabilidad orientable.

5 **[0010]** A partir del documento WO 2012/050614 A1 se conoce una antena de dispersión de superficie que proporciona un campo de radiación ajustable mediante el acoplamiento de forma ajustable de los elementos de dispersión espaciados a una distancia de $\lambda/4$ o menos a lo largo de una estructura de propagación de onda. El ajuste (por ejemplo apertura o cierre) de los elementos de dispersión permite la síntesis de diferentes patrones de directividad. Más precisamente, el patrón de elementos de dispersión abiertos o cerrados y su posición y la fase
10 relativa en esta posición (basada en la propagación de onda en el medio de propagación de onda) se traduce en un cierto patrón de directividad. Vice versa, un patrón de directividad deseado puede ser sintetizado mediante la dirección de un patrón adecuado (por ejemplo, abierto o cerrado) en los elementos de dispersión.

[0011] Se conocen también a partir de la bibliografía las estructuras de propagación de onda que de forma
15 directa o indirecta acoplan ondas (por ejemplo, emitidas a través de ranuras u orificios en una guía de ondas utilizada como la estructura de propagación de onda) en elemento resonantes (por ejemplo, cobertura de parches de antena, a una distancia dada, las ranuras y orificios de guías de onda) [A. Krauss et al, "Low-Profile Ka-Band Satellite Terminal Antenna Based on a Dual-Band Partially Reflective Surface," in Proc. of the 6th European Conference on Antennas and Propagation (EU CAP) Roma, Italia, 2011, pp. 2734-2738]. Tales estructuras de
20 elemento de radiación/ propagación de onda combinadas son conocidas por ejemplo por ser utilizadas para la formación de haces (estáticos) adicionales o para formar una polarización predominante. Ambos efectos son controlados mediante el uso de una forma, tamaño y geometría ajustados del elemento de radiación y el acoplamiento adecuado entre la estructura de propagación de onda y elemento de radiación.

25 **[0012]** El documento US 3,386,092 muestra un sistema de radar de sistema en fase que incluye una pluralidad de módulos de transmisión-recepción, incluyendo cada uno un elemento de radiación y capaz de proporcionar la amplificación de energía, el desplazamiento de fase, mezclado, multiplicación de frecuencia de una señal recibida y/o transmitida en el módulo.

30 **[0013]** El documento US 5,923,289 muestra una antena de sistema en fase modular para la formación de múltiples haces orientables simultáneos de forma independiente, comprendiendo la antena de sistema en fase modular un sistema modular que incluye una pluralidad de módulos subsistema combinados juntos en proximidad cercana, incluyendo cada uno de la pluralidad de módulos de subsistema una pluralidad de módulos de entrada, una
35 capa de una pluralidad de elementos de antena de radiación, una pluralidad de formadores de haces apilados dispuestos en series y conectado cada uno a uno de la pluralidad de módulos de entrada y a la pluralidad de elementos de antena de radiación en comunicación de haces.

[0014] El documento US 6,812,903 muestra una apertura de frecuencia de radio que comprende una pluralidad de capas aislantes dispuestas en una pila, incluyendo cada capa un sistema de regiones conductoras,
40 estando las regiones conductoras separadas de las regiones conductoras adyacentes.

[0015] El documento US 6,483,393 muestra un procedimiento y dos dispositivos para obtener desplazamientos de fase mediante el uso de un resonador no recíproco que soporta la operación de modo único. Por definición, la propagación de onda en el resonador es inequívoca en fase, permitiendo que la fase sea acoplada
45 dentro o fuera en diferentes posiciones. Esto resulta en los dispositivos desfasadores de dos tipos: un tipo de los dispositivos sugiere cambiar las posiciones de acoplamiento mediante el uso de conmutadores y el otro tipo sugiere utilizar un puerto móvil para ser conducido por un motor de pasos, por ejemplo.

[0016] El documento US 2003/067410 A1 muestra un radiador que incluye una guía de onda que tiene una
50 apertura y una antena de parche dispuesta en la apertura. Una antena incluye un sistema de elementos de antena de guía de onda, teniendo cada elemento una cavidad y un sistema de elementos de antena de parche que incluyen un elemento de parche superior y un elemento de parche inferior dispuesto en la cavidad.

[0017] El documento US 2004/164907 A1 una antena de micro-banda alimentada de ranura proporciona
55 eficacia mejorada a través del acoplamiento mejorado de energía electromagnética entre la línea de alimentación y la ranura. La capa dieléctrica entre la línea de alimentación y la ranura incluye partículas magnéticas, las partículas magnéticas preferiblemente incluidas en la región de unión dieléctrica entre la línea de alimentación de micro-banda y la ranura.

- 5 **[0018]** El documento US 6,791,496 muestra una antena de micro-banda de alimentación de ranura que tiene un módulo ficticio. Una capa dieléctrica dispuesta entre la línea de alimentación y el plano de tierra proporciona una primera región que tiene una primera permitividad relativa y al menos una segunda región que tiene una segunda permitividad relativa. La segunda permitividad relativa es más elevada en comparación con la primera permitividad relativa. El módulo ficticio está dispuesto en la región de permitividad elevada. La capa dieléctrica puede incluir partículas magnéticas, que están dispuestas preferiblemente por debajo del módulo ficticio.
- 10 **[0019]** El documento US 2004/189528 A1 muestra una antena de parche de micro-banda de alimentación de ranura que incluye un plano de tierra de conducción, incluyendo el plano de tierra de conducción al menos una ranura. Un material dieléctrico está dispuesto entre el plano de tierra y al menos una línea de alimentación, en la que al menos una porción de la capa dieléctrica incluye partículas magnéticas. La capa dieléctrica entre la línea de alimentación y el plano de tierra proporciona regiones que tienen una permitividad relativa elevada y permitividad relativa baja. Al menos una porción del módulo ficticio está dispuesta en la región de permitividad relativa elevada.
- 15 **[0020]** El documento US 2004/227667 A1 muestra una antena que tiene al menos un elemento principal y una pluralidad de elementos parasitarios. Al menos algunos de los elementos tienen elementos de acoplamiento o dispositivos asociados con ellos, siendo los elementos de acoplamiento o dispositivos ajustables para controlar de ese modo el grado de acoplamiento entre los elementos adyacentes. El control del grado de acoplamiento permite que se oriente un lóbulo asociado con la antena.
- 20 **[0021]** El documento US 2008/048917 A1 muestra técnicas, aparato y sistemas que utilizan una o más estructuras metamateriales zurdas o diestras compuestas (CRLH) en señales de onda electromagnética de gestión y procesamiento. Las antenas y los sistemas de antena basados en estructuras metamateriales CRLH mejoradas están configurados para proporcionar resonancias de banda ancha para varias comunicaciones inalámbricas multi-
25 banda.
- [0022]** El documento US 2008/238795 A1 muestra sistemas y procedimientos para el control de dirección de haces de un sistema de elementos de antena en un sistema de comunicaciones inalámbricas. Los obturadores de control de apertura cubren sustancialmente cada elemento de antena de radiación. Cada obturador de control de
30 apertura está selectivamente activado o desactivado para controlar la dirección de un haz del sistema de antena.
- [0023]** El documento US 2010/156573 A1 muestra metamateriales para superficies y guías de onda. Los elementos metamateriales complementarios proporcionan una permitividad efectiva y/o permeabilidad para estructuras de superficie y/o estructuras de guía de onda. Los elementos resonantes metamateriales
35 complementarios pueden incluir complementos Babinet de "resonador de anillo abierto" (SRR) y elementos metamateriales de "LC eléctrico" (ELC). En algunas estrategias, los elementos metamateriales complementarios están insertados en las superficies delimitadoras de guías de onda planares, por ejemplo, para implementar lentes de índice gradiente basadas en guía de onda para dispositivos de centrado/orientación de haces, estructuras de alimentación de sistema de antena, etc.
- 40 **[0024]** El documento WO 2013/045267 A1 muestra una antena de sistema en fase orientable de haces bidimensional que comprende un material orientable electrónicamente de forma continua. Además, una arquitectura de antena compacta que incluye un sistema de antena de parche, conmutadores de fase ajustables, una red de alimentación y una red de inclinación son propuestos.
- 45 **[0025]** El documento US 2013/249751 A1 muestra una antena de red de alimentación reconfigurable de forma dinámica que tiene una superficie de radiación de parches de micro-banda en la que los parches de radiación individuales y elementos de una estructura de alimentación de línea de cinta pueden estar conectados a y desconectados uno de otro a través de interconexiones fotoconductoras. Los comandos de software activan o
50 desactivan luz desde luz alternativamente las fuentes de emisión, siendo la luz o falta de las mismas canalizadas desde una capa inferior de la antena de forma que habilite o inhabilite las interconexiones fotoconductoras. La conexión o desconexión resultante de los parches de radiación entre sí y a la estructura de alimentación de línea de banda variarán la frecuencia de la antena, el ancho de banda y el señalamiento de haces.
- 55 **[0026]** El documento US 6,396,440 B muestra un aparato de antena de sistema en fase que incluye una pluralidad de elementos de radiación, una unidad de suministro de energía, un distribuidor de energía, una sonda de alimentación, una pluralidad de unidades de acoplamiento electromagnético y una pluralidad de desfases. Los elementos de radiación están alineados y dispuestos para ser conducidos de forma electromagnética. Las unidades de suministro de energía suministran energía a los elementos de radiación. El distribuidor de energía tiene un par de

placas conductoras dispuestas para estar paralelas entre sí y actúa como una guía de onda radial que distribuye la energía suministrada desde la unidad de suministro de energía a los elementos de radiación. La sonda de alimentación está dispuesta en una de las placas conductoras para emitir una onda electromagnética en la guía de onda radial de acuerdo con la energía suministrada desde la unidad de suministro de energía. Las unidades de acoplamiento electromagnéticas están dispuestas en la otra placa conductora en correspondencia con los elementos de radiación para extraer la onda electromagnética emitida desde la sonda de alimentación y que se propaga a través de la guía de onda radial por acoplamiento electromagnético. Los desfases controlan una fase de la onda electromagnética extraída por las unidades de acoplamiento electromagnéticas y suministran la onda electromagnética a los elementos de radiación.

10

[0027] El documento US 5,512,906 A muestra un sistema de elementos de antena configurados en una capa tipo celosía, estando cada elemento orientado de forma similar de tal forma que el conjunto de los elementos de antena formen una superficie de apertura de antena bidimensional homogénea. Los elementos de antena están conectados en una correspondencia individual a una celosía correspondiente de redes de acoplamiento de onda mutuamente similares, de puerto múltiple que se extienden físicamente detrás del sistema de elemento de antena como un plano posterior de la antena. Cada red de acoplamiento de onda o celda de unidad acopla señales a y/o desde su elemento de antena correspondiente y lleva a cabo además como un módulo de retardo de fase en una red de distribución de señal bidimensional.

15

[0028] El documento US 6,317,095 B muestra una antena planar que incluye un conductor de tierra planar, una pluralidad de dieléctricos de radiación dispuestos en paralelo y a intervalos establecidos en una superficie del conductor de tierra y una pluralidad de perturbaciones para radiación de una onda electromagnética. Las perturbaciones tienen cada una un ancho dado y están dispuestas a intervalos establecidos en una superficie superior de cada uno de la pluralidad de dieléctricos de radiación a lo largo de una dirección longitudinal del mismo y una sección de alimentación se proporciona junto con un extremo de cada uno de la pluralidad de dieléctricos de radiación para la alimentación de una onda electromagnética a líneas respectivas formadas por cada uno de los dieléctricos de radiación y el conductor de tierra.

20

25

[0029] El documento US 2008/258993 A muestra un aparato, sistemas y técnicas para el uso de sistemas y elementos de antena de estructura metamaterial (MTM) diestros y zurdos compuestos (CRLH) para proporcionar formación de patrón de radiación y conmutación de haces.

30

[0030] El documento US 2013/271321 A se refiere a un procedimiento de orientación electrónicamente de un haz de antena. La orientación de haces se consigue mediante la alteración de la distribución de campo eléctrico en el extremo abierto de una o más guías de onda supermodelo a través del mezclado controlado de múltiples modos. El procedimiento incluye la propagación de una señal en múltiples modos en una guía de onda y el control de la fase relativa y la amplitud de los modos respectivos, relativos uno a otro, para orientar el haz.

35

[0031] El documento US 4,150,382 A describe una onda de radio guiada lanzada a lo largo de una superficie de antena que tiene un sistema de elementos que proporcionan impedancia de superficie no uniforme variable adaptada para ser controlada por señales electrónicas. Cada elemento de impedancia variable puede comprender una sección de guía de onda que tiene un extremo que va desde la superficie de antena. Cada sección de guía de onda puede incluir un amplificador de reflejo electrónico de estado sólido que tiene características que pueden ser variadas por el suministro de señales de control al amplificador, para variar la magnitud y el ángulo de fase de la onda reflejada desde el amplificador de reflejo. Mediante el cambio de las señales de control suministradas a cualquier amplificador de reflejo particular, es posible causar atenuación o amplificación y desplazamiento de fase de la onda guiada a medida que pasa a través de la sección de guía de onda particular.

40

45

[0032] El documento WO 03/047033 A1 muestra un diseño de antena de sistema en fase que es modular y expansible en términos de cantidad de haces, área de cobertura y sensibilidad de recepción/ EIRP de transmisión. Un bloque principal de sistema de modulador para un sistema de antena comprende: una pluralidad de elementos de antena, cada elemento de antena operable para recibir y emitir una señal de onda electromagnética, los elementos de antena dispuestos adyacentes entre sí, una pluralidad de conjuntos de interfaz de elemento de antena, cada conjunto de interfaz de elemento de antena acoplado a uno de la pluralidad de elementos de antena y acoplamiento de la señal recibida a un amplificador y una pluralidad de conjuntos de circuito impreso, comprendiendo los conjuntos de circuito impreso: una pluralidad de amplificadores, cada elemento y una pluralidad de formadores de haces, cada formador de haz acoplado a una salida de un amplificador, en el que los conjuntos de circuito impreso, los conjuntos de interfaz de elemento de antena y los elementos de antena están dispuestos para formar un módulo.

50

55

[0033] El documento US 4,131,896 muestra un sistema en fase dipolo con elementos de placa de capacidad energética para compensar las variaciones de impedancia sobre el ángulo de escaneo. En detalle, un sistema en fase de dipolos montado por encima de un plano de tierra y que incluye los elementos de placa de capacidad energética hechos de metal conductor montado a distancias mayores desde el plano de tierra que los dipolos para compensar las variaciones en impedancia sobre el ángulo de escaneo del sistema en fase. Con la elección apropiada de las dimensiones de la placa de capacidad energética, el espacio entre los elementos de dipolo y el plano de tierra y el espacio entre las placas de capacidad energética y el plano de tierra, la variación de la impedancia de entrada sobre el ángulo de escaneo se reduce enormemente para el escaneo por plano H.

[0034] El documento US 6,169,513 B1 muestra una antena de sistema en fase de haces múltiples delgada que incluye, en una configuración de sistema de envío, un elemento de antena, red de formación de haz, circuitos de alimentación, un controlador de ganancia y fase y una unidad de almacenamiento de algoritmo de control de fase. Un circuito de alimentación está acoplado a un elemento de antena asociado y la red de formación de haz y pasa una señal de formación de haz entre el elemento de antena y la red de formación de haz. El elemento de antena incluye preferiblemente una pluralidad de radiadores y una pluralidad de filtros de paso de banda, en la que un filtro de paso de banda está dedicado a cada radiador. La red de formación de haz incluye preferiblemente un divisor de energía de línea de banda y un distribuidor de energía. Los circuitos de alimentación incluyen preferiblemente una pluralidad de aislantes de adaptación de impedancia, una pluralidad de amplificadores de energía de estado sólido, una pluralidad de combinadores de señal n:1, una pluralidad de circuitos integrados de microondas monolíticos (MMIC) y una pluralidad de desfasadores.

[0035] Es el objeto de la presente invención proporcionar un concepto para una antena de sistema en fase que proporciona una flexibilidad de implementación mejorada y/o una controlabilidad simplificada.

[0036] Este objeto se soluciona por las reivindicaciones independientes.

[0037] Las realizaciones proporcionan una antena de sistema en fase que comprende una estructura de alimentación adaptada para guiar una onda electromagnética, una pluralidad de elementos controlables acoplados a la estructura de alimentación y una pluralidad de elementos de radiación, en la que cada uno de los elementos de radiación está acoplado al menos a dos de la pluralidad de elementos controlables.

[0038] Según el concepto de la presente invención, mediante el acoplamiento de cada elemento de radiación al menos a dos de la pluralidad de elementos controlables, el problema original de búsqueda de una fase adecuada (y amplitud opcional) de configuración para cada elemento controlable en la ubicación de este elemento controlable (y de radiación) (cf. Fig. 1) se transforma en el problema de búsqueda de una fase efectiva adecuada (y amplitud opcional) de configuración para cada grupo de elementos controlables acoplados al elemento de radiación respectivo de la pluralidad de elementos de radiación. Además, se proporciona la flexibilidad adicional con respecto a la colocación de los elementos de radiación y, de este modo, la ubicación de cada onda emitida.

[0039] Realizaciones adicionales proporcionan un procedimiento para operar una antena de sistema en fase. La antena de sistema en fase comprende una estructura de alimentación adaptada para guiar una onda electromagnética, una pluralidad de elementos controlables acoplados a la estructura de alimentación y una pluralidad de elementos de radiación, en la que cada uno de los elementos de radiación está acoplado al menos a dos de la pluralidad de elementos controlables. El procedimiento comprende la transmisión o recepción de una señal con la antena de sistema en fase.

[0040] Las realizaciones de la presente invención se describen en esta invención haciendo referencia a los dibujos anexos.

La Fig. 1 muestra una vista en perspectiva ilustrativa de una antena de sistema en fase común.

La Fig. 2 muestra una vista lateral de una antena de sistema en fase según una realización.

La Fig. 3 muestra una vista en perspectiva ilustrativa de una antena de sistema en fase según una realización.

La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva ilustrativa de una implementación de la estructura de alimentación como guía de onda con una apertura, según una realización.

La Fig. 5 muestra una vista en perspectiva ilustrativa de una implementación de la estructura de alimentación como guía de onda con una pluralidad de aperturas, según una realización.

La Fig. 6 muestra una vista ilustrativa de cuatro implementaciones diferentes de una apertura de la guía de onda, según una realización.

La Fig. 7 muestra una vista en perspectiva ilustrativa de una implementación de la estructura de alimentación como línea de transmisión periódicamente cargada en técnica de micro-banda, según una realización.

10 La Fig. 8 muestra una vista en perspectiva ilustrativa de una disposición bidimensional de elementos de radiación, según una realización.

La Fig. 9a-i muestra vistas superiores ilustrativas de ejemplos de implementación para los elementos de radiación, según las realizaciones.

15

La Fig. 10 muestra un diagrama de flujos de un procedimiento para la operación de una antena de sistema en fase, según una realización.

20 **[0041]** Los elementos iguales o equivalentes o elementos con funcionalidad igual o equivalente se indican en la siguiente descripción por números de referencia iguales o equivalentes.

25 **[0042]** En la siguiente descripción, una pluralidad de detalles se establecen para proporcionar una explicación más exhaustiva de las realizaciones de la presente invención. No obstante, será evidente para un experto en la técnica que las realizaciones de la presente invención se pueden llevar a cabo sin estos detalles específicos. En otros ejemplos, los dispositivos y estructuras bien conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques en vez de en detalle con el fin de evitar ocultar las realizaciones de la presente invención. Además, las características de las diferentes realizaciones descritas en lo sucesivo se pueden combinar entre sí, a menos que se indique específicamente de otro modo.

30 **[0043]** La Fig. 2 muestra una vista lateral de una antena de sistema en fase 100 según una realización. La antena de sistema en fase 100 comprende una estructura de alimentación 102 adaptada para guiar una onda electromagnética 112, una pluralidad de elementos controlables (u orientables) 104_1 a 104_n acoplados a la estructura de alimentación 102 y una pluralidad de elementos de radiación 106_1 a 106_m, en la que cada uno de los elementos de radiación 106_1 a 106_m está acoplado (de forma resonante) al menos a dos de la pluralidad de elementos controlables 104_1 a 104_n.

35 **[0044]** En realizaciones, la antena de sistema en fase 100 puede comprender hasta n elementos controlables 104_1 a 104_n y hasta m elementos de radiación 106_1 a 106_m, en los que n es un número natural igual a o superior a cuatro, $n \geq 4$, y en los que m es un número natural igual a o superior a dos, $m \geq 2$.

40 **[0045]** En la Fig. 2, la antena de sistema en fase 100 comprende a modo de ejemplo cuatro elementos controlables 104_1 a 104_n ($n = 4$) y dos elementos de radiación 106_1 a 106_m ($m = 2$). De este modo, un primer elemento de radiación 106_1 de los dos elementos de radiación 106_1 a 106_m ($m = 2$) está acoplado a un primer elemento controlable 104_1 y un segundo elemento controlable 104_2 de los cuatro elementos controlables 104_1 a 104_n ($n = 4$), en los que un segundo elemento de radiación 106_2 de los dos elementos de radiación 106_1 a 106_m ($m = 2$) está acoplado a un tercer elemento controlable 104_3 y un cuarto elemento controlable 104_4 de los cuatro elementos controlables 104_1 a 104_n ($n = 4$).

45 **[0046]** Los elementos controlables 104_1 a 104_n pueden estar adaptados para acoplar energía entre la estructura de alimentación 102 y los elementos de radiación 106_1 a 106_m. Por ejemplo, cuando se transmite una señal con la antena de sistema en fase 100, los elementos controlables 104_1 a 104_n pueden acoplar energía desde la estructura de alimentación 102 a los elementos de radiación 106_1 a 106_m. Además, cuando se recibe una señal con la antena de transmisión 100, los elementos controlables 104_1 a 104_n pueden acoplar energía desde los elementos de radiación 106_1 a 106_m a la estructura de alimentación 102.

50

55 **[0047]** Como se puede ver en la Fig. 2, la pluralidad de elementos controlables 104_1 a 104_n puede estar dispuesta entre la estructura de alimentación 102 y la pluralidad de elementos de radiación 106_1 a 106_m. La estructura de alimentación 102, la pluralidad de elementos controlables 104_1 a 104_n y la pluralidad de elementos de radiación 106_1 a 106_m pueden formar capas apiladas.

- [0048]** Además, como se muestra en la Fig. 2, cada uno de los elementos de radiación 106_1 a 106_m puede estar alimentado en al menos dos posiciones diferentes a través de al menos dos elementos controlables 104_1 a 104_n. Por ejemplo, el primer elemento de radiación 106_1 es alimentado en una primera posición a través del primer elemento controlable 104_1 y una segunda posición diferente de la primera posición a través del segundo elemento controlable 104_2. De forma similar, el segundo elemento de radiación 106_2 es alimentado en una tercera posición a través del tercer elemento controlable 104_3 y en una cuarta posición diferente de la tercera posición (y también diferente de la primera y segunda posiciones) a través del cuarto elemento controlable 104_4.
- 10 **[0049]** También la pluralidad de elementos controlables 104_1 a 104_n puede ser alimentada por la estructura de alimentación 102 en diferentes posiciones. Por ejemplo, el primer elemento controlable 104_1 es alimentado por la estructura de alimentación 102 en una primera posición, en la que el segundo elemento controlable 104_2 es alimentado por la estructura de alimentación 102 en una segunda posición diferente de la primera posición. Como se indica en la Fig. 2, lo mismo se puede aplicar al tercer y cuarto elementos controlables
- 15 104_3 y 104_4.
- [0050]** Como ya se ha mencionado, cada uno de los elementos de radiación 106_1 a 106_m está acoplado al menos a dos de la pluralidad de elementos controlables 104_1 a 104_n. De este modo, cada uno de los al menos dos elementos controlables pueden estar adaptados para ajustar individualmente su grado de acoplamiento al respectivo elemento de radiación. De este modo, un grado de acoplamiento entre el primer elemento controlable 104_1 y el primer elemento de radiación 106_1 puede estar ajustado a un primer valor (por ejemplo, entre 0% y 100%), en el que el grado de acoplamiento entre el segundo elemento controlable 104_2 y el primer elemento de radiación 106_1 puede establecerse independiente del primer valor a un segundo valor (por ejemplo, entre 0% y 100%). De este modo, el primer valor y el segundo valor pueden diferir uno de otro o ser iguales entre sí. Por ejemplo, el grado de acoplamiento entre el primer elemento controlable 104_1 y el primer elemento de radiación 106_1 puede establecerse en 20% (o 0%, 10%, 30%, 40%, 50% 60%, 70%, 80%, 90% o 100%), en el que el grado de acoplamiento entre el segundo elemento controlable 104_2 y el primer elemento de radiación 106_1 puede establecerse en 70% (o 0%, 10%, 20% 30%, 40%, 50% 60%, 80%, 90% o 100%).
- 20
- 25
- 30 **[0051]** En otras palabras, el número de elementos orientables 104_1 a 104_n conectados a cada elemento de radiación 106_1 a 106_m se puede variar, por ejemplo por conexiones conmutadas/ponderadas simultáneas de más de un elemento controlable 104_1 a 104_n a un elemento de radiación. Por ejemplo, más de uno de los al menos dos elementos controlables que alimentan un elemento de radiación pueden estar activos al mismo tiempo. Además, más de uno de los al menos dos elementos controlables que alimentan un elemento de radiación pueden estar combinados en un modo ponderado o conmutado (conectado/desconectado).
- 35
- [0052]** En realizaciones, la estructura de alimentación 102 puede comprender una guía de onda. De este modo, la pluralidad de elementos controlables 104_1 a 104_n pueden estar dispuestos entre los puntos de acoplamiento de la guía de onda 102 y los elementos de radiación 106_1 a 106_m.
- 40
- [0053]** Los elementos controlables 104_1 a 104_n pueden comprender elementos desfasadores controlables de forma independiente dispuestos entre los puntos de acoplamiento de la guía de onda 102 y los elementos de radiación. De este modo, cada uno de los elementos desfasadores controlables de forma independiente pueden estar configurados para cambiar una fase de una onda electromagnética presente en el respectivo punto de acoplamiento de la guía de onda 102.
- 45
- [0054]** Alternativamente, los elementos controlables 104_1 a 104_n pueden comprender un material ajustable. En este caso, un grado de acoplamiento de una onda electromagnética (que tiene una fase dada) presente en el punto de acoplamiento respectivo de la guía de onda 102 al elemento de radiación respectivo 106_1 a 106_m puede ajustarse a través (o por medio de) el material ajustable. El material ajustable puede ser, por ejemplo, un material dieléctrico ajustable, que incluye material de cristal líquido o material ferroeléctrico o material ferromagnético o ferrimagnético magnéticamente ajustable o materiales semiconductores, que incluyen diodos pin, diodos varactores.
- 50
- 55 **[0055]** La Fig. 3 muestra una vista en perspectiva ilustrativa de una antena de sistema en fase 100 según una realización. Como ya se describe con respecto a la Fig. 2, la antena de sistema en fase 100 comprende una estructura de alimentación 102, una pluralidad de elementos controlables 104_1 a 104_n y una pluralidad de elementos de radiación 106_1 a 106_m. Además, la antena de sistema en fase 100 puede comprender una red de combinador / divisor 108 para una señal de transmisión / recepción.

[0056] Como se muestra en la Fig. 3, los elementos de radiación 106_1 a 106_m abarcan y acoplan uno o múltiples de los elementos orientables 104_1 a 104_n. Esto se realiza con el fin de definir la ubicación de fuente geométrica (definida por la ubicación y geometría del elemento de radiación 106_1 a 106_m) de cada onda radiada independientemente de la ubicación del(de los) elemento(s) orientable(s) conectado(s) al elemento de radiación. Al hacer esto, el problema original de búsqueda de una fase adecuada (y amplitud opcional) establecida para cada elemento orientable en la ubicación de este elemento orientable (y de radiación) se transforma en el problema de búsqueda de una fase efectiva adecuada (y amplitud opcional) establecida para cada grupo de elementos orientables. Las realizaciones proporcionan una flexibilidad adicional con respecto a la colocación de los elementos de radiación y, de este modo, la ubicación de cada onda emitida.

[0057] Además del desacoplamiento de las ubicaciones del elemento de radiación y orientable, las realizaciones permiten la variación en el número de elementos orientables 104_1 a 104_n conectados a cada elemento de radiación 106_1 a 106_m y la disposición de los elementos orientables 104_1 a 104_n a lo largo de la estructura de (alimentación) de propagación de onda 102. Cada uno de estos elementos orientables pueden implementar un desfaseador, es decir plazo variable. Además, dependiendo de la ubicación de los elementos orientables con respecto a la onda de propagación, las versiones “anteriores” y “posteriores” de la onda de propagación pueden estar acopladas en el elemento de radiación. Esto proporciona un segundo grado de libertad en el control de la fase (y amplitud opcional) de cada onda emitida, a medida que las versiones “anteriores” o “posteriores” de la onda de propagación representan diferentes versiones desplazadas de fase de la misma señal.

[0058] La estructura de acoplamiento se puede implementar de diferentes formas. Cada estructura de onda permeable o cada estructura de soporte de ondas que se pueden considerar ondas permeables puede servir como estructura de alimentación 102. Esto incluye, pero no se limita a, guías de onda ranuradas con una ranura longitudinal (cf. Fig. 4), guías de onda ranuradas con ranuras alternas repetidas periódicamente o de forma no periódica (cf. Fig 5), guías de onda ranuradas con ranuras repetidas periódicamente o de forma no periódica de cierta forma (cf. Fig. 6), líneas de transmisión cargadas periódicamente o de forma no periódica de tipo micro-banda (cf. Fig. 7) entre otras.

[0059] En detalle, la Fig. 4 muestra una vista ilustrativa en perspectiva de una implementación de la estructura de alimentación 102 como guía de onda con una apertura 110. La apertura (punto de acoplamiento) está adaptada para acoplar fuera una porción 112' de la onda electromagnética (por ejemplo, señal de excitación) 112 guiada por la guía de onda. En la Fig. 4, la apertura se implementa como ranura longitudinal. En otras palabras, la Fig. 4 muestra un dibujo de una guía de onda ranurada 102 con una ranura longitudinal 110 alineada con la dirección de propagación de la onda guiada 112.

[0060] La Fig. 5 muestra una vista en perspectiva ilustrativa de una implementación de la estructura de alimentación 102 como guía de onda con una pluralidad de aperturas 110. La pluralidad de aperturas (puntos de acoplamiento) están adaptadas para acoplar fuera porciones 112' (que tienen fases alternativas) de la onda electromagnética (por ejemplo, señal de excitación) 112 guiada por la guía de onda 102. Como se muestra en la Fig. 5, la pluralidad de aperturas se puede implementar como ranuras alternas que se repiten periódicamente 110. Los puntos de centro de las ranuras pueden estar dispuestos a distancias de la mitad de la longitud de onda guiada.

[0061] La figura 6 muestra una vista ilustrativa de cuatro implementaciones diferentes de una apertura de la guía de onda 102. Como se muestra en la Fig. 6, la apertura se puede implementar como ranura de cruce,, ranura compuesta, ranura circular o ranuras alternas. En otras palabras, la Fig. 6 muestra dibujos de posibles geometrías de ranura de guías de onda ranuradas. Cabe destacar que la Fig. 6 muestra un fragmento y que las realizaciones no están limitadas a esas geometrías.

[0062] La Fig. 7 muestra una vista ilustrativa de una implementación de la estructura de alimentación 102 a medida que la línea de transmisión se carga periódicamente en la técnica de micro-banda. La estructura de alimentación 102 comprende secciones de línea de micro-banda 120 y secciones de parche resonante 122 alimentados en serie con una onda electromagnética (por ejemplo, señal de excitación) 112 a través de las secciones de línea de micro-banda 120. La estructura de alimentación 102 puede comprender además un sustrato dieléctrico 124 con una metalización lateral inferior (el lado inferior puede ser completamente metalizado).

[0063] Los elementos de radiación 106_1 a 106_m pueden ser una disposición bidimensional de radiadores únicos como se representa en la Fig. 8. Se puede utilizar una combinación de dos o más capas de tales disposiciones bidimensionales. Los elementos pueden adoptar diferentes formas. Esto incluye, pero no se limita a,

las formas representadas en la Fig. 9.

[0064] En detalle, la Fig. 8 muestra una vista en perspectiva ilustrativa de una disposición bidimensional de elementos de radiación 106_1 a 106_m. Como se puede deducir de la Fig. 8, los elementos de radiación 106_1 a 106_m pueden comprender una forma planar. En otras palabras, la Fig. 8 muestra un dibujo de una disposición bidimensional de elementos de radiación que crean la apertura de radiación.

[0065] La Fig. 9a-i muestra vistas superiores ilustrativas de ejemplos de implementación para los elementos de radiación 106_1 a 106_m. En detalle, los elementos de radiación 106_1 a 106_m pueden ser dipolos (cf. Fig. 9a), dipolos de cruce (cf. Fig. 9b), dipolos inclinados (cf. Fig. 9c), parches (cf. Fig. 9d), bucles cuadrados (cf. Fig. 9e), parches con esquinas biseladas (cf. Fig. 9f), cruces de Jerusalén (cf. Fig. 9g), ranuras (dipolos duales, cf. Fig. 9h), y/o ranuras de cruce (cf. Fig. 9i). En otras palabras, la Fig. 9a-i muestra dibujos de posibles elementos de la apertura de radiación. Cabe destacar que las Figs. 9a-i muestran fragmentos y que las realizaciones no están restringidas a esas geometrías.

[0066] Aunque las Figs. 8 y 9a-i muestran ejemplos de implementación en los que los elementos de radiación 106_1 a 106_m comprenden una forma planar, la presente invención no está limitada a tales realizaciones. Por ejemplo, los elementos de radiación 106_1 a 106_m pueden ser también antenas de bocina (o bocinas de microonda), en las que cada una de las antenas de bocina está acoplada al menos a dos de la pluralidad de elementos controlables 104_1 a 104_n.

[0067] Las realizaciones proporcionan un número de ventajas y mejoras comparadas con las arquitecturas de sistema en fase conocidas con respecto al control de la directividad (es decir, orientación de haces) del sistema en fase 100, para mejorar la ganancia del sistema en fase 100 y la fabricabilidad mejorada. Estas ventajas son principalmente resultantes de la opción de (1) ubicación de los elementos de radiación 106_1 a 106_m ampliamente de forma independiente de los elementos orientables 104_1 a 104_n, (2) ajuste de la forma y geometría de los elementos de radiación 106_1 a 106_m y (3) teniendo una o más capas adicionales (de elementos de radiación 106_1 a 106_m) en la construcción del sistema en fase 100. Estas tres ventajas se describen con más detalle a continuación.

[0068] Primero, se describe la ventaja de la ubicación de los elementos de radiación 106_1 a 106_m ampliamente de forma independiente de los elementos orientables 104_1 a 104_n.

[0069] El problema bidimensional de la búsqueda de relación de fase adecuada (y amplitud opcional) para la señal en cada elemento de radiación (o más precisamente, elemento orientable (cf. Fig. 1)) y en la ubicación de ese elemento de radiación se traduce en dos problemas independientes de búsqueda de relación de fase adecuada (y amplitud opcional) para la señal en cada elemento emitido 106_1 a 106_m y la colocación de forma independiente de los elementos de radiación.

[0070] Cuando se compara con el documento WO 2012/050614 A1 que utiliza un amplio número de elementos de radiación y orientables que están dispuestos a lo largo de una estructura de propagación de onda a una distancia más pequeña que la longitud de onda (menos de $\lambda/4$ o $\lambda/5$). La velocidad de la onda de propagación define la fase relativa en cada elemento orientable dado y, como se describe con más detalle en el documento WO 2012/050614 A1, el patrón de radiación deseado (en campo lejano) necesita ser algorítmicamente traducido en un patrón por ejemplo "abierto" y "cerrado" para los elementos orientables. A medida que se fija la ubicación de los elementos orientables (por construcción), un patrón adecuado para los elementos orientables puede no existir o puede ser sub-óptimo, ya que el número y la ubicación de los elementos orientables "abiertos" pueden entrar en conflicto con la relación de fase óptima en esta ubicación para formar óptimamente el patrón de radiación deseado (en campo lejano) con la ganancia máxima.

[0071] Además, el número de elementos orientables que se acoplan en cualquier elemento de radiación dado 106_1 a 106_m puede ser variado a lo largo de la dirección de la onda de propagación (es decir, a lo largo de la propagación de onda o estructura de alimentación 102). A medida que el retraso de la señal aumenta desde el elemento orientable al elemento orientable a lo largo de la dirección de la onda de propagación, las versiones desplazadas de fase diferentes de la señal están disponibles en cada elemento de radiación. La señal con la mejor relación de fase correspondiente se puede seleccionar y acoplar en el elemento de radiación mediante la orientación del elemento orientable correspondiente "abierto" y la orientación de todos los demás elementos orientables que se alimentan en el mismo elemento de radiación cerrado.

[0072] Como una variación adicional, en vez de orientar solo un elemento de radiación abierto y todos los demás cerrados, se pueden aplicar diferentes pesos, por ejemplo estableciendo un elemento al 90% abierto y orientando un elemento adyacente al 20% abierto, con el fin de sintetizar las señales con una fase entre las dos fases disponibles en los elementos orientables respectivos.

5

[0073] Cada elemento orientable 104_1 a 104_n puede ser o incluir un desfaseador (por ejemplo, basado en material de cristal líquido), que permite controlar la velocidad de propagación (y de este modo fase) de la onda a través del elemento orientable. Mientras que la ubicación de los elementos orientables relativa a la propagación de onda o estructura de alimentación 102 proporcionaría ya un ajuste aproximado de la fase (por ejemplo, cuatro elementos orientables, que proporcionan fases discretas de $0/4\lambda$, $1/4\lambda$, $2/4\lambda$ y $3/4\lambda$), el desfaseador adicional en los elementos orientables proporcionaría un ajuste fino de la fase, teniendo que abarcar solo un rango de $1/4\lambda$. Como se sabe que el grosor (y de este modo la pérdida) de un desfaseador puede escalar con el rango de afinación de la fase abarcada futura, esta combinación de orientación de fase fina y aproximada permite el uso de desfaseadores finos de rango abarcado futuro inferior y por tanto la reducción de las pérdidas en el desfaseador fino.

15

[0074] Los elementos orientables 104_1 a 104_n que se acoplan en cualquier elemento de radiación dado 106_1 a 106_m pueden estar colocados también perpendiculares a la dirección de la onda de propagación. La representación diferente de la misma señal estaría entonces disponibles en cada elemento orientable (todos con fase idéntica).

20

[0075] Mediante el uso de elementos orientables 104_1 a 104_n que permiten el control de la velocidad de propagación de señal a través de los elementos orientables (por ejemplo, líneas cargadas con carga orientable, material de cristal líquido con permitividad orientable (ϵ), material ferrimagnético o ferromagnético con permeabilidad orientable (μ)), diferentes versiones de fase de la misma señal podrían estar acopladas en el respectivo elemento de radiación 106_1 a 106_m mediante la selección de uno de los elementos orientables 104_1 a 104_n.

25

[0076] Como una variación adicional, los elementos orientables 104_1 a 104_n puede ser operados de un modo binario, por ejemplo, conmutando entre dos (o más) retrasos bien definidos. En el ejemplo de un material de cristal líquido con permitividad orientable (ϵ), estos dos retrasos bien definidos estarían relacionados por ejemplo con una orientación perpendicular o paralela de los cristales relativa a la onda de propagación. Mediante el uso de una configuración de retraso en algunos de los elementos orientables 104_1 a 104_n conectados al elemento de radiación y una configuración de retraso diferente en todos los demás elementos orientables 104_1 a 104_n conectados con el elemento de radiación permite la síntesis de las fases de media entre los dos estados extremos. Dado que esta síntesis está basada en el número de elementos orientables 104_1 a 104_n que se van a operar tanto en uno u otro modo de retraso, esta variación permite, en comparación con la orientación de cada elemento directamente en un retraso intermedio mediante el uso por ejemplo de un voltaje de control análogo, el control digital y reproducible sobre la fase resultante. La configuración es menos susceptible para la variación de parámetro (por ejemplo, voltaje de control, fuerzas elásticas y velocidad de conmutación) dado que los elementos orientables son conducidos a la saturación.

30

[0077] En segundo lugar, se describe la ventaja de ajustar la forma y la geometría de los elementos de radiación 106_1 a 106_m.

[0078] El espaciado y la definición del tamaño de los elementos de radiación 106_1 a 106_m independientemente de los elementos orientables y la propagación de onda o la estructura de alimentación 102 permite la optimización del tamaño y el espaciado de los elementos de radiación 106_1 a 106_m como se aconseja por la teoría en los sistemas en fase. El espaciado y dimensionado de los elementos de radiación 106_1 a 106_m no están directamente limitados por el espaciado y tamaño de los elementos orientables 104_1 a 104_n. Por ejemplo, esto permite el uso de las estructuras de desfaseador que superan el tamaño del elemento de radiación en una disposición apilada u horizontal.

40

[0079] Además, mediante la separación del elemento orientable y de radiación, la ganancia y directividad de cada elemento de radiación se pueden optimizar individualmente.

45

[0080] Además, mediante la separación del elemento de radiación y orientable, las características de polarización inherente predominante del elemento de radiación se pueden seleccionar y optimizar de forma individual. Esto permite, por ejemplo, la creación de una antena de sistema en fase con características de polarización circular derecha o circular izquierda, vertical, horizontal del elemento de radiación individual. Esto proporciona flexibilidad adicional sobre la estrategia conocida de definición de la polarización indirectamente,

mediante el uso de diferentes cadenas de elementos de radiación y combinación adecuada de las señales eléctricamente o electrónicamente.

[0081] En tercer lugar, se describe la ventaja de la capa adicional (de elementos de radiación 106_1 a 106_m) en la construcción del sistema en fase 100.

[0082] La capa adicional o pila de capas (por ejemplo, de elementos de radiación metalizados 106_1 a 106_m) proporciona cobertura y protección adicional a los elementos orientables – ahora incorporados - 104_1 a 104_n. Esto puede prevenir o retrasar la actuación en los elementos orientables 104_1 a 104_n, por ejemplo, la actuación de material de cristal líquido causada por la exposición a la luz del sol.

[0083] En relación con la fabricabilidad y la robustez contra las tolerancias y variación de parámetro, la separación de los elementos de radiación 106_1 a 106_m desde las partes restantes de la estructura de sistema en fase proporciona ventajas, dado que las características de los elementos de radiación 106_1 a 106_m se definen principalmente por la geometría. Como se ha detallado de forma adicional más arriba, existen opciones para controlar de forma digital el desfasador, por ejemplo por conmutación entre los estados discretos y la sintetización de relaciones de fase intermedias mediante la combinación de tales estados discretos, mediante el uso de elementos orientables múltiples. Tal realización tiene la ventaja de ser menos sensible a la variación de parámetro y fabricación de tolerancias que una realización directamente controlada por una señal análoga.

[0084] Además, la capa adicional o pila de capas de elementos de radiación 106_1 a 106_m permite el acoplamiento a estructuras de sonda (insertadas en la construcción, por ejemplo, bajo los elementos de radiación) sin afectar, modificar o perturbar la característica de radiación del elemento. Tales estructuras de sonda pueden conectarse a líneas de señal de inyección o detección, dedicadas a cada elemento de radiación, a un grupo de elementos u organizados en una disposición de matriz de conmutación. En modo de transmisión, tal detección permite el control de la relación de fase real en cualquier elemento de radiación dado y el uso de esta información como señal de control en un control de fase de bucle cerrado. En el modo de recepción, tales líneas de señal de inyección permiten, por ejemplo, la inyección de una señal de prueba de banda estrecha y/o de energía baja dentro o fuera de la banda de interés, la reconstrucción de la señal de prueba después de ser transmitida a través del elemento de radiación, elementos de orientación, propagación de onda o estructura de alimentación 102 y amplificador de ruido bajo. De nuevo, esta señal reconstruida permitiría el control de la relación de fase real en cualquier elemento de radiación dado y el uso de esta información como señal de control en un control de fase de bucle cerrado.

[0085] Las realizaciones se pueden utilizar en la comunicación por satélite, especialmente la formación de haces y seguimiento de movimiento de receptores o transmisores.

[0086] Además, las realizaciones se pueden utilizar en otros sistemas de comunicación (incluyendo teléfonos móviles, redes de área local inalámbrica, etc.) que se benefician de la directividad y/o ganancia de antena mejorada.

[0087] La Fig. 10 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 200 para operar una antena de sistema en fase 100. La antena de sistema en fase 100 comprende una estructura de alimentación 102 adaptada para guiar una onda electromagnética 112, una pluralidad de elementos controlables 104_1 a 104_n acoplados a la estructura de alimentación 102 y una pluralidad de elementos de radiación 106_1 a 106_m, en los que cada uno de los elementos de radiación 106_1 a 106_m está acoplado al menos a dos de la pluralidad de elementos controlables 104_1 a 104_n. El procedimiento comprende una etapa 202 de transmisión o recepción de una señal con la antena de sistema en fase 100.

[0088] Aunque algunos aspectos se han descrito en el contexto de un aparato, está claro que estos aspectos representan también una descripción del procedimiento correspondiente, en el que un bloque o dispositivo corresponde a una etapa de procedimiento o una característica de una etapa de procedimiento. De forma análoga, los aspectos descritos en el contexto de una etapa de procedimiento representan también una descripción de un elemento o bloque correspondiente o característica de un aparato correspondiente. Algunas o todas las etapas de procedimiento pueden ser ejecutadas por (o mediante el uso de) un aparato de hardware como, por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunas realizaciones, algunas o más de las etapas de procedimiento más importantes pueden ser ejecutadas por tal aparato.

[0089] Las realizaciones descritas anteriormente son meramente ilustrativas para los principios de la presente invención. Se ha comprendido que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en

esta invención serán evidentes para aquellos expertos en la técnica. Es el propósito, por tanto, de estar limitado solo por el ámbito de las reivindicaciones de patente inminentes y no por los detalles específicos presentados a modo de descripción y explicación de las realizaciones en esta invención.

REIVINDICACIONES

1. Antena de sistema en fase (100), que comprende:
 - 5 una estructura de alimentación (102) adaptada para guiar una onda electromagnética (112); una pluralidad de elementos controlables (104_1:104_n) acoplados a la estructura de alimentación (102); y una pluralidad de elementos de radiación (106_1:106_m); en la que cada uno de los elementos de radiación (106_1:106_m) está acoplado al menos a dos de la pluralidad de elementos controlables (104_1:104_n);
 - 10 en la que la estructura de alimentación (102) comprende una guía de onda; en la que los elementos controlables (104_1:104_n) están dispuestos entre los puntos de acoplamiento (110) de la guía de onda (102) y los elementos de radiación (106_1:106_m); y en la que los elementos controlables (104_1:104_n) comprenden
 - 15 - elementos desfasadores controlables de forma independiente; o
 - un material ajustable.
2. Antena de sistema en fase (100) según la reivindicación 1, en la que los elementos controlables (104_1:104_n) están configurados para acoplar energía entre la estructura de alimentación (102) y los elementos de radiación (106_1:106_m).
3. Antena de sistema en fase (100) según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en la que los elementos de radiación (106_1:106_m) son alimentados en al menos dos posiciones diferentes a través de al menos dos elementos controlables.
4. Antena de sistema en fase (100) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que al menos dos de la pluralidad de elementos controlables (104_1:104_n) son alimentados por la estructura de alimentación (102) en diferentes posiciones.
5. Antena de sistema en fase (100) según una de las reivindicaciones 1 a 4, en la que cada uno de los elementos de radiación (106_1:106_m) está acoplado de forma resonante al menos a dos de la pluralidad de elementos controlables (104_1:104_n).
6. Antena de sistema en fase (100) según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que cada uno de los al menos dos elementos controlables (104_1:104_n) está configurado para ajustar de forma individual su grado de acoplamiento al elemento de radiación respectivo (106_1:106_m).
7. Antena de sistema en fase (100) según una de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la guía de onda comprende una pluralidad de aperturas como puntos de acoplamiento (110).
8. Antena de sistema en fase (100) según una de las reivindicaciones 1 a 7, en la que los elementos de radiación (106_1:106_m) comprenden una forma planar.
9. Antena de sistema en fase (100) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que los elementos de radiación (106_1:106_m) son dipolos, dipolos cruzados, parches, parches ranurados o bucles cuadrados.
10. Antena de sistema en fase (100) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que la estructura de alimentación (102), la pluralidad de elementos controlables (104_1:104_n) y los elementos de radiación (106_1:106_m) forman capas apiladas.
11. Procedimiento (200) para operar una antena de sistema en fase (100), comprendiendo la antena de sistema en fase (100) una estructura de alimentación (102) adaptada para guiar una onda electromagnética (112), una pluralidad de elementos controlables (104_1:104_n) acoplados a la estructura de alimentación (102) y una pluralidad de elementos de radiación (106_1:106_m), en la que cada uno de los elementos de radiación está acoplado al menos a dos de la pluralidad de elementos controlables (104_1:104_n), en la que la estructura de alimentación (102) comprende una guía de onda, en la que los elementos controlables (104_1:104_n) están dispuestos entre los puntos de acoplamiento (110) de la guía de onda (102) y los elementos de radiación (106_1:106_m) y en la que los elementos controlables (104_1:104_n) comprenden elementos desfasadores controlables de forma independiente o un material ajustable, comprendiendo el procedimiento:

la transmisión o recepción (200) de una señal con la antena de sistema en fase (100).

12. Procedimiento (200) para operar una antena de sistema en fase (100) según la reivindicación 11, que
5 comprende además:

la variación de los elementos controlables (104_1:104_n) para el ajuste de una característica direcciones de la antena de sistema en fase (100).

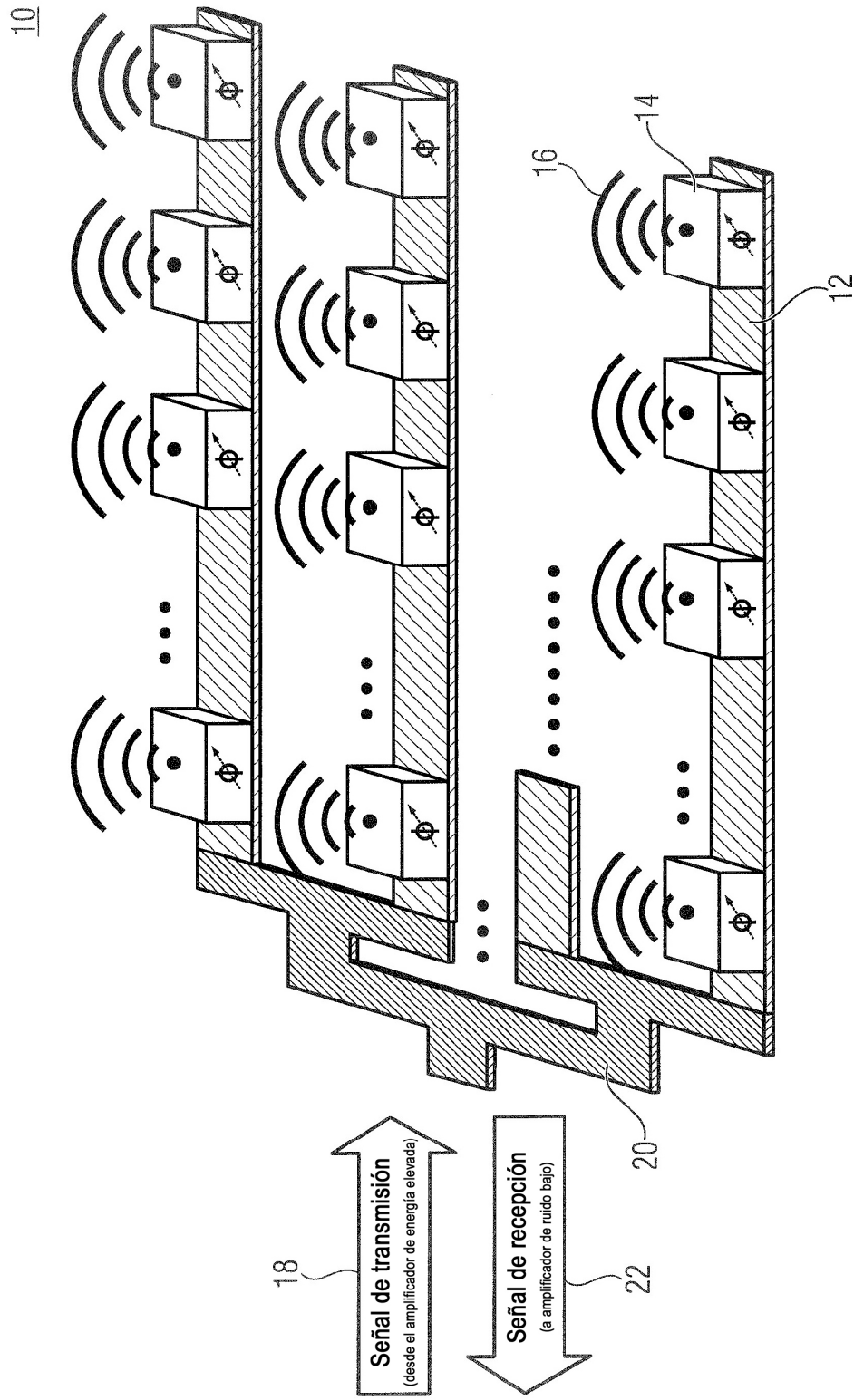


FIG 1

100

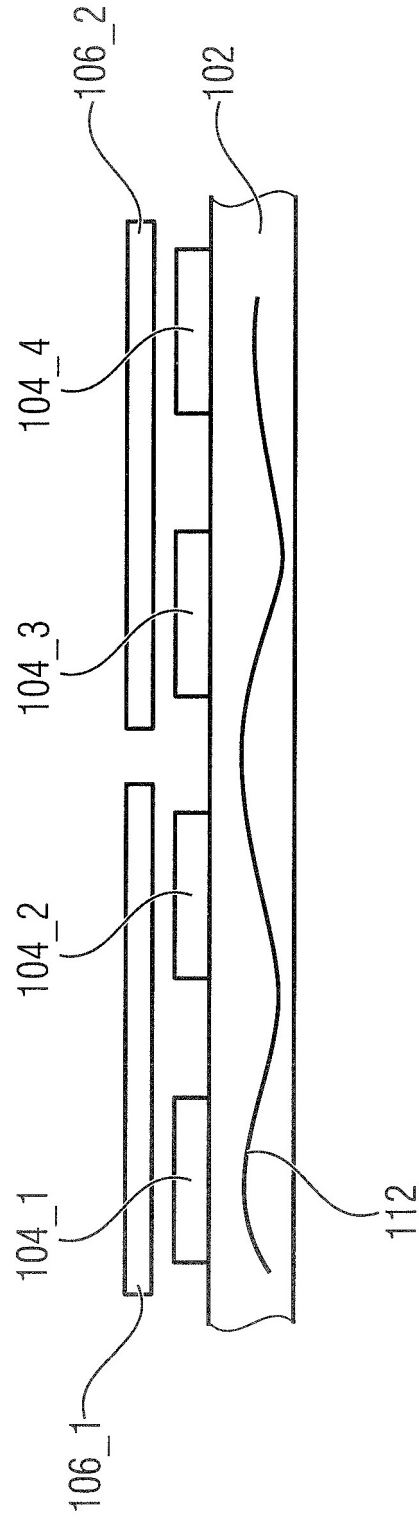


FIG 2

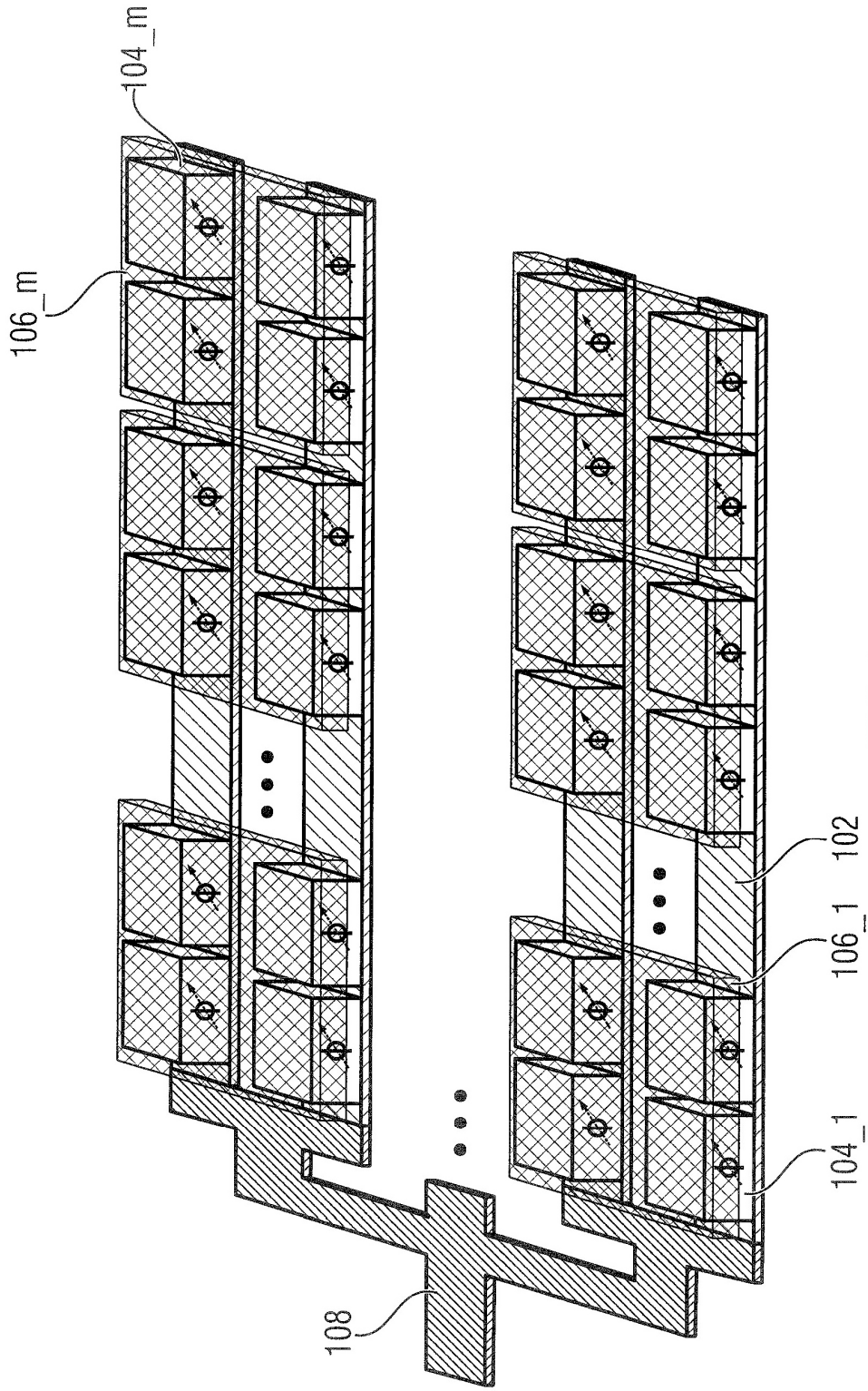


FIG 3

102

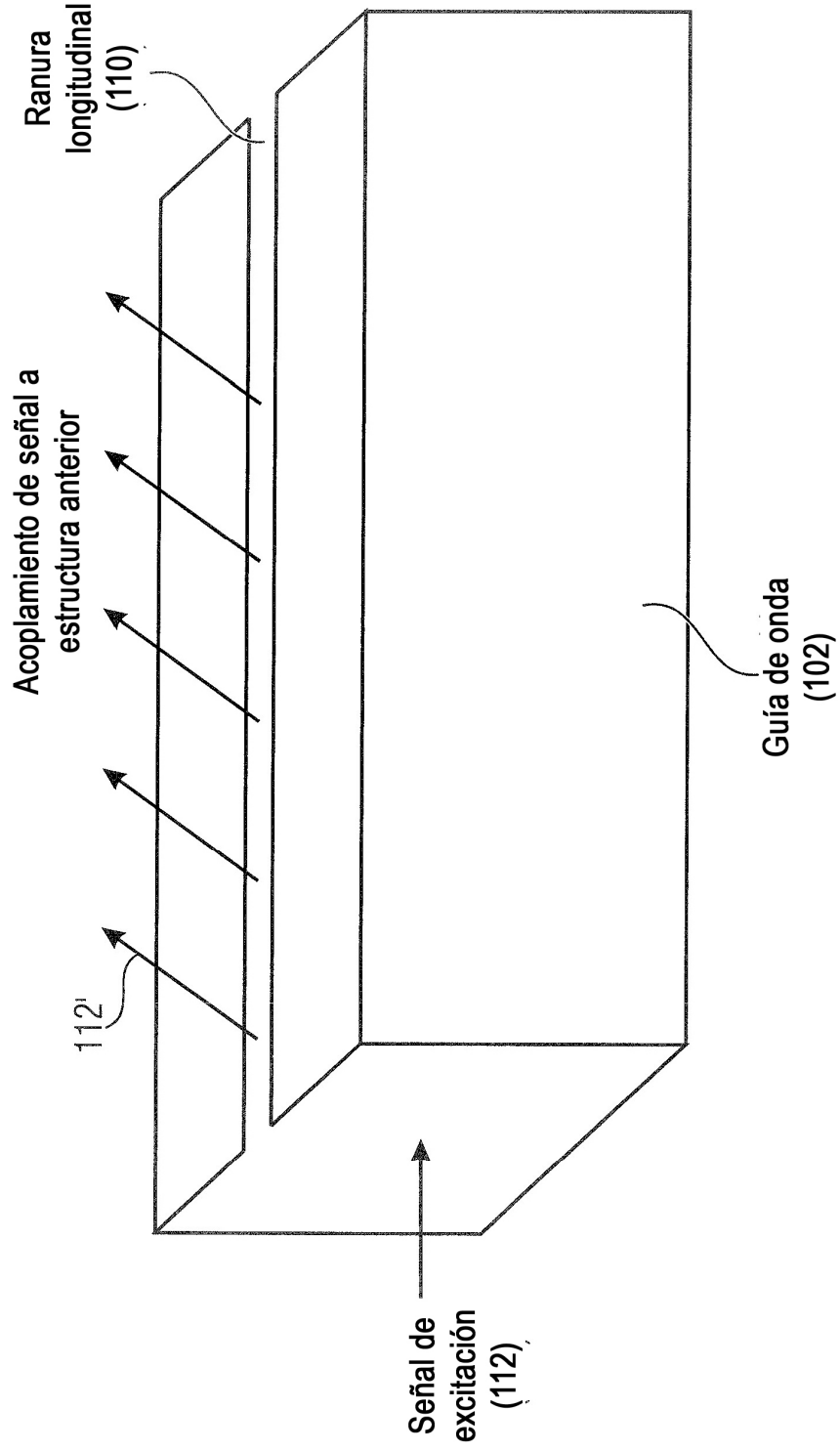


FIG 4

102

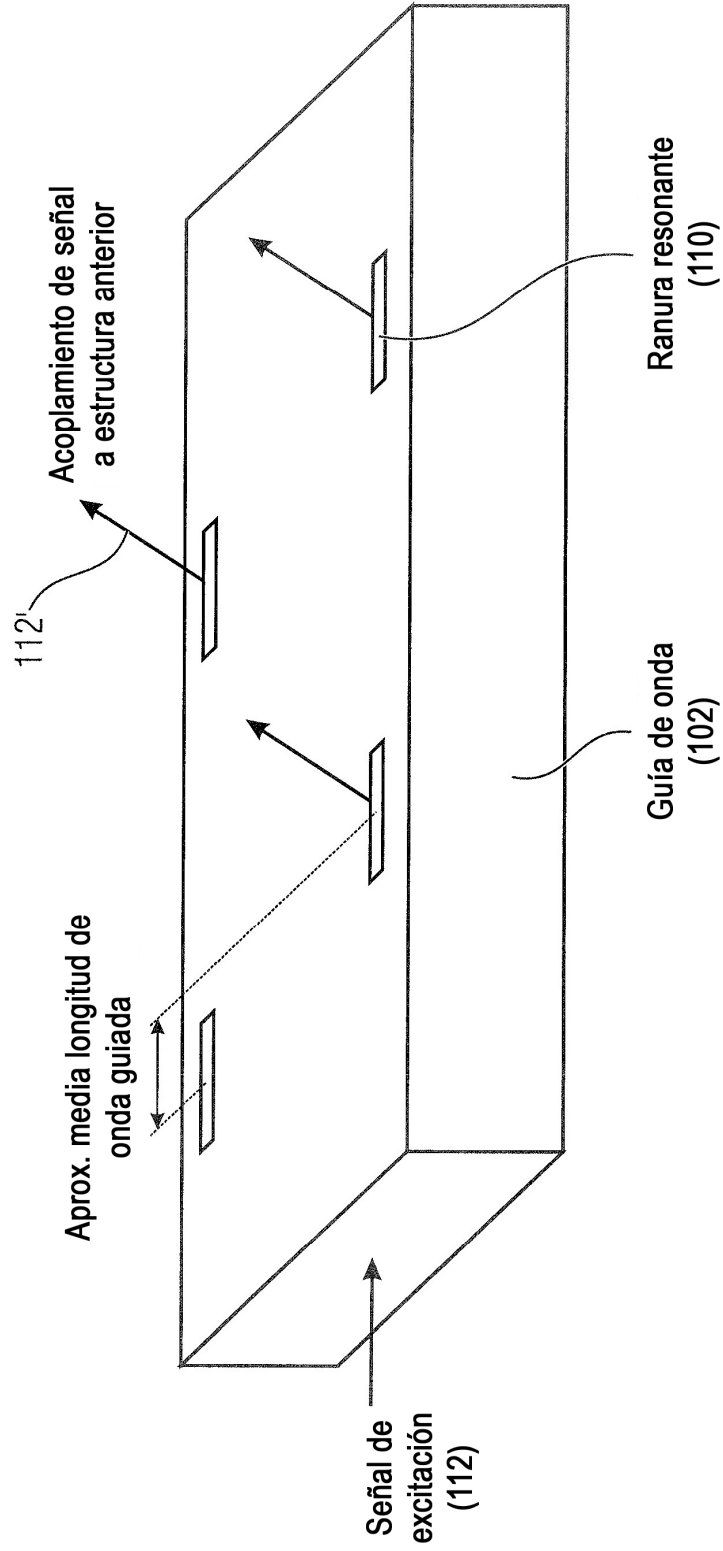


FIG 5

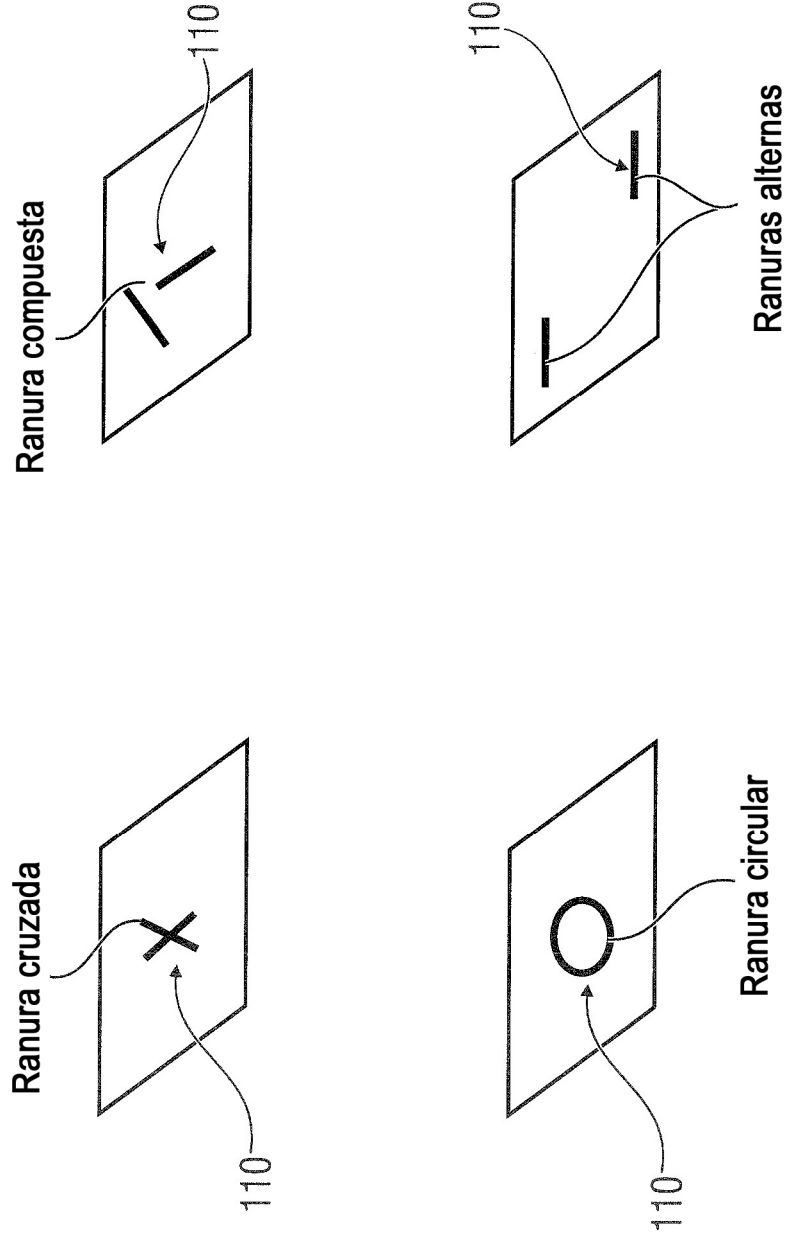
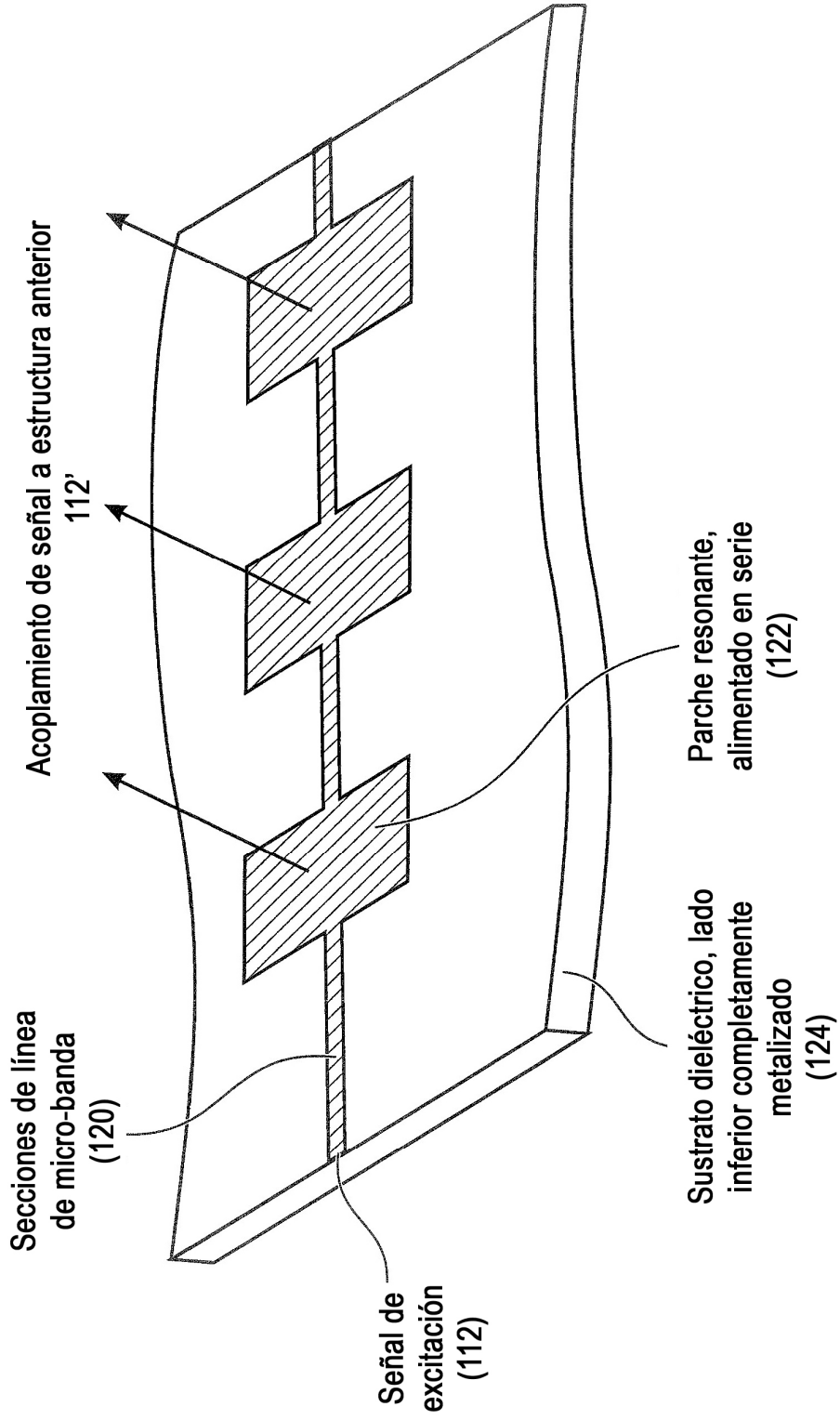


FIG 6



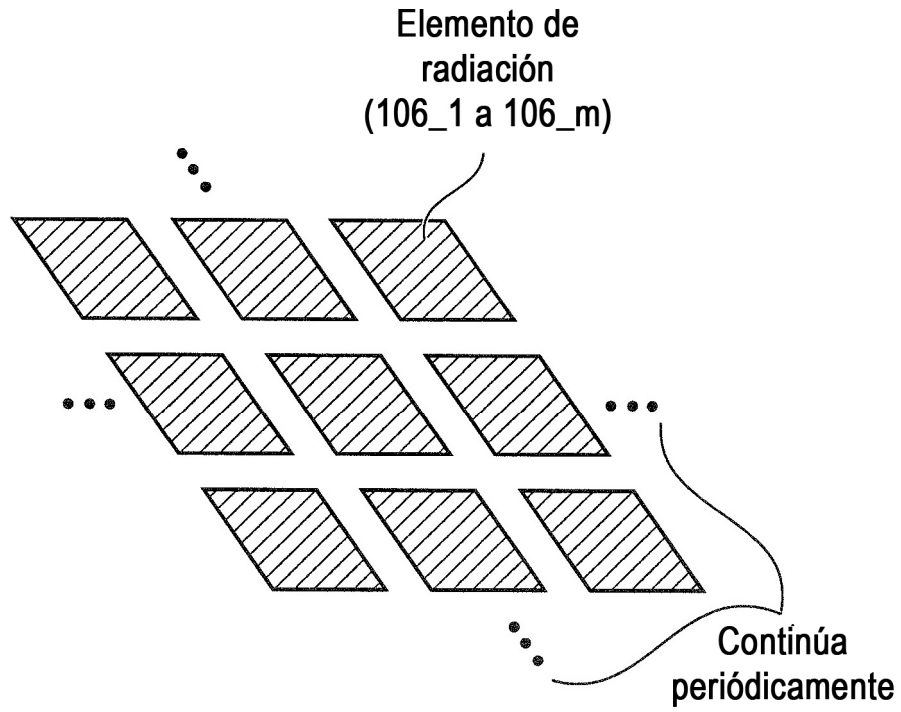


FIG 8

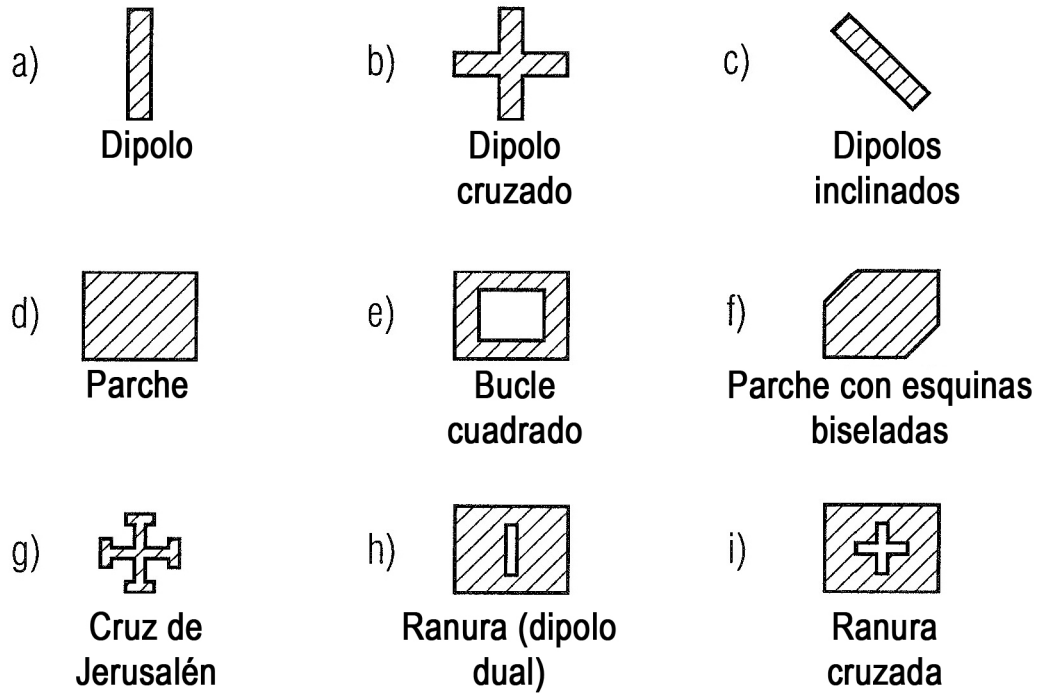


FIG 9

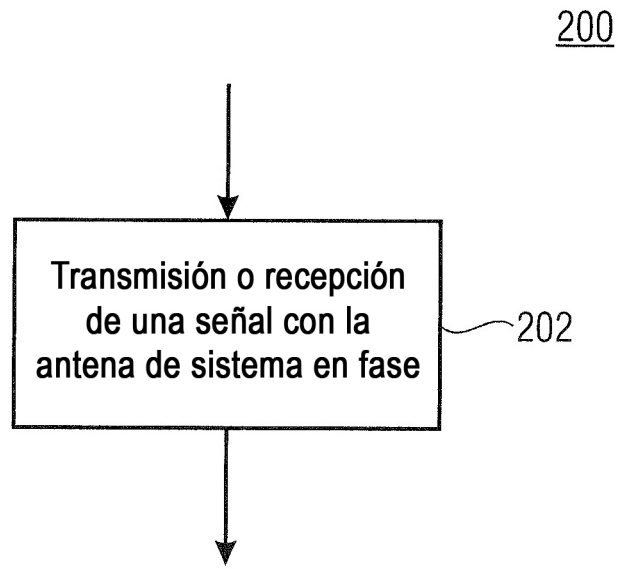


FIG 10