

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 774**

51 Int. Cl.:

**H01Q 13/02** (2006.01)

**H01Q 19/17** (2006.01)

**H01Q 21/06** (2006.01)

**H01Q 25/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2016** **E 16165325 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020** **EP 3086409**

54 Título: **Módulo de antena estructural que integra fuentes radiantes elementales de orientación individual, panel radiante, red radiante y antena multihaz que comprende al menos un módulo de este tipo**

30 Prioridad:

**24.04.2015 FR 1500870**

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

**15.02.2021**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)**  
**Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord**  
**92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**BOSSHARD, PIERRE;**  
**FERRANDO, NICOLAS y**  
**LAFOND, JEAN-CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 805 774 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

Módulo de antena estructural que integra fuentes radiantes elementales de orientación individual, panel radiante, red radiante y antena multihaz que comprende al menos un módulo de este tipo

La presente invención se refiere a un módulo estructural de antena que integra fuentes radiantes elementales de orientación individual, a un panel radiante que comprende un módulo estructural, una red radiante que comprende varios paneles radiantes y a una antena multihaz que comprende al menos un módulo estructural. Se aplica al ámbito espacial, como las telecomunicaciones por satélite y, más concretamente, a las antenas multihaz que comprenden una red de varias fuentes de radiación situadas en el plano focal de un reflector.

Una fuente radiante consiste en un elemento radiante, como un cuerno, conectado a un canal de radiofrecuencia (RF). Un ejemplo de un canal de RF se describe en el documento EP2202839. La cadena de radiofrecuencia contiene componentes de RF para pasar de un modo guiado de propagación de las ondas electromagnéticas a un modo radiado y realiza para cada haz las funciones de transmisión y recepción en una banda de frecuencia determinada, por ejemplo, la banda Ka. Las funciones de transmisión y recepción pueden realizarse en monopolarización para cubrir las necesidades de los usuarios o en bipolarización para proporcionar enlaces con las estaciones de entrada terrestre.

En las arquitecturas de antenas multihaz, se ensamblan varias fuentes radiantes elementales independientes en una red colocada en el plano focal de un reflector, como se describe, por ejemplo, en los documentos JP 2008131575 y JP S62 203401. El ensamblaje de las diferentes fuentes radiantes es complejo, ya que a menudo es necesario mantener las fuentes radiantes con una orientación específica para limitar las aberraciones de fase debidas al desenfoque del cuerno con respecto al centro del reflector y para maximizar el rendimiento de la antena para cada haz. Cada fuente radiante está ensamblada en un soporte mecánico por una interfaz específica para cada cuerno. Este ensamblaje individual de cada fuente requiere una gestión individual de la interfaz de cada cadena de RF y el ajuste de la orientación de cada cuerno, lo que no permite la mutualización de la fabricación de las cadenas de RF porque sus ejes de RF no son paralelos entre sí. Por consiguiente, la gestión individual de cada fuente tiene un costo considerable.

Para facilitar la orientación individual de cada fuente radiante, como se muestra en la Fig. 1, se sabe que las fuentes radiantes se fijan individualmente a una placa estructural 13 en la que las guías de onda de distribución 14 están mecanizadas para encaminar las señales de RF entre la fuente radiante y los puertos de entrada/salida de un dispositivo de procesamiento de señales de RF. Las guías de onda de distribución están conectadas a las salidas de las cadenas de RF 10 por medio de guías de onda flexibles 15 que permiten la orientación individual de cada fuente radiante. La placa estructural 13 proporciona entonces el enrutamiento de las guías de onda de distribución 14 así como el soporte y la orientación de las cadenas de RF con respecto al reflector de la antena multihaz. Sin embargo, esta solución requiere que las cadenas de RF se ensamblen independientemente unas de otras, la orientación individual de cada cadena de RF y el cuerno asociado, y el uso de numerosas guías de onda de orientación flexible que inducen pérdidas óhmicas adicionales y la disipación de energía térmica adicional. Además, esta solución sólo es posible cuando las fuentes del conjunto focal están suficientemente espaciadas entre sí para permitir el encaminamiento de las guías de ondas de distribución entre las cadenas de radiofrecuencia soportadas por la placa estructural.

Hasta donde sabemos, no existe actualmente un módulo estructural de antena que comprenda un conjunto de fuentes radiantes cuyas cadenas de RF estén completamente integradas en un soporte común, y que permita la orientación individual de los cuernos radiantes.

Un primer objetivo de la invención es superar las desventajas de las redes de fuentes radiantes conocidas y realizar un módulo estructural de antena en el que los ejes de RF de las cadenas de RF de todas las fuentes radiantes estén dispuestos en el mismo plano y en el que se asegure la orientación de los cuernos radiantes sin cambiar la orientación de los ejes de la cadena de RF.

Un segundo objetivo de la invención es producir un módulo estructural de antena que comprenda varias fuentes radiantes integradas en un conjunto monobloque.

Con este fin, la invención, tal como se define en la única reivindicación independiente 1, se refiere a un módulo estructural de antena que integra fuentes radiantes elementales, cada fuente radiante comprende una cadena de radiofrecuencia conectada a un cuerno radiante. La cadena de RF comprende una guía de onda principal que tiene un eje longitudinal dispuesto perpendicularmente a un plano XY, un transductor ortomodo OMT que comprende dos ramas transversales mutuamente ortogonales situadas en paralelo al plano XY y acopladas perpendicularmente a la guía de onda principal por medio de ranuras de acoplamiento. El cuerno radiante está acoplado a un extremo terminal de la guía de onda principal mediante un anillo de orientación acodado para orientar el cuerno radiante en una dirección deseada diferente del eje longitudinal de la guía de onda principal, estando el codo del anillo de orientación situado en un plano de simetría de la cadena de RF, siendo el plano de simetría ortogonal al plano XY y conteniendo la bisectriz del ángulo formado por las dos ramas transversales.

Ventajosamente, el módulo estructural puede tener adicionalmente una placa de soporte común para todas las fuentes de radiación, ya que las cadenas de RF están completamente integradas en la placa de soporte.

- 5 Ventajosamente, el anillo de orientación asociado con cada cuerno radiante puede estar alojado en una abertura dedicada en una cara frontal de la placa de soporte. Alternativamente, el extremo terminal de la guía de onda principal de cada cadena de radiofrecuencia puede alojarse en una abertura dedicada en una cara frontal de la placa de soporte, y el anillo de orientación asociado con cada cuerno radiante puede fijarse en una cara frontal de la placa de soporte, como una extensión del extremo terminal correspondiente.

- 10 Ventajosamente, el anillo de orientación de cada fuente radiante puede estar compuesto de tres partes integradas entre sí, las tres partes consisten en dos guías de onda de acceso rígido con diferentes ejes longitudinales y destinadas a ser conectadas a un cuerno radiante y a una cadena de RF respectivamente, y de una sección de guía de onda coincidente situada entre las dos guías de onda de acceso, la sección de guía de onda coincidente formando el codo del anillo de orientación.

Alternativamente, el anillo giratorio puede tener un iris de acoplamiento.

La invención también se refiere a un panel radiante que comprende un módulo estructural.

- 15 Ventajosamente, las fuentes radiantes pueden ser maquinadas en una matriz en una placa de soporte común y pueden tener guías de onda de alimentación y salida respectivas, enrutadas en la placa de soporte común y conectadas respectivamente a los puertos de entrada y salida agrupados uno al lado del otro en el panel radiante.

La invención también se refiere a una rejilla radiante que comprende al menos un panel radiante.

- 20 Ventajosamente, la rejilla radiante puede consistir en varios paneles radiantes, orientables independientemente unos de otros.

La invención también se refiere a una antena multihaz que comprende al menos una red radiante.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán claramente en la siguiente descripción dada como un ejemplo puramente ilustrativo y no exhaustivo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, que representan :

- figura 1: un esquema seccional de un ejemplo de una red de fuentes radiantes, según el arte anterior ;
- 25 • figura 2: un esquema transversal de un ejemplo de un módulo estructural de antena que incorpora fuentes radiantes elementales de orientación individual, según la invención ;
- figura 3: un esquema que ilustra un ejemplo de varias cadenas de radiofrecuencia montadas en paralelo en dos etapas, según la invención ;
- 30 • figura 4 : tres esquemas que ilustran respectivamente, según dos planos diferentes y según una vista transparente, un primer ejemplo de un anillo de orientación acodado, según la invención ;
- figura 5 : un esquema que ilustra, desde una vista transparente, un segundo ejemplo de un anillo de orientación acodado, según la invención ;
- figura 6a : un esquema transversal que ilustra la estructura interna de un primer ejemplo de una cadena plana de RF, según la invención ;
- 35 • figura 6b : un esquema transversal que ilustra un ejemplo de un OVM asimétrico, según la invención ;
- Figuras 7a y 7b : dos vistas que ilustran la estructura interna de la etapa superior, respectivamente de la etapa inferior, de dos cadenas de RF apiladas, según la invención ;
- figura 8a : un esquema en vista superior, que ilustra un ejemplo de una red radiante dividida en varios paneles radiantes independientes, según la invención ;
- 40 • figura 8b: un esquema que ilustra un ejemplo de la implantación de las fuentes radiantes y los accesos de entrada y salida en los paneles radiantes de la figura 8a, según la invención ;
- figura 8c: un esquema que ilustra un ejemplo del recorte de las placas de soporte de cada panel radiante de una red radiante sectorizada, según la invención ;
- figura 9: un ejemplo de una antena multihaz, según la invención.

- 45 La figura 2 muestra un ejemplo de un módulo estructural de antena que incorpora fuentes radiantes elementales orientadas individualmente, según la invención, y la figura 3 muestra un ejemplo de la disposición de varios canales

de RF en paralelo entre sí. Cada fuente radiante comprende una cadena de RF 10 que comprende una guía de onda principal 31, como se muestra en la figura 3, y un cuerno radiante 16 acoplado a la guía de onda principal 31. Según la invención, cada fuente radiante comprende además un anillo de orientación acodado 18 conectado a un extremo terminal 5 de la guía de onda principal 31 de la cadena de RF correspondiente 10 y acoplado al cuerno radiante 16, estando el anillo de orientación acodado destinado a orientar el cuerno radiante en una dirección deseada, diferente de la dirección de orientación de la guía de onda principal 31 de la cadena de RF. Cada anillo de orientación 18 tiene un codo con un ángulo de apertura cuyo valor se define individualmente según la orientación individual deseada del cuerno radiante asociado. La orientación de cada cuerno se logra mediante el anillo de orientación acodado 18 ajustando individualmente, para cada cuerno, el ángulo de apertura del codo del anillo de orientación correspondiente. Los canales de radiofrecuencia pueden montarse respectivamente en cavidades de una placa de soporte 17 común a todas las fuentes radiantes o integrarse completamente en la placa de soporte, como se muestra en la figura 2. Ventajosamente, el anillo de orientación, asociado a un cuerno un cuerno, puede fijarse en el panel frontal 19 de la placa de soporte 17 o puede alojarse en una abertura específica del panel frontal 19 de la placa de soporte 17. En el caso de que el anillo de orientación asociado a un cuerno se fije en la cara frontal 19 de la placa de soporte 17, el extremo terminal 5 de la guía de onda principal 31 de la cadena de RF correspondiente se aloja en una abertura dedicada en la cara frontal de la placa de soporte 17 para poder garantizar la continuidad del enlace entre la guía de onda principal 31 y el anillo de orientación 18. El anillo de orientación acodado elimina la necesidad de todos los cables flexibles y permite el montaje de todas las cadenas de RF en un único soporte común. Las cadenas de RF pueden entonces disponerse bajo el soporte común o pueden mecanizarse en el soporte común de forma paralela entre sí, como se muestra por ejemplo en la figura 3 en la que se ha omitido el soporte común y en la que las cadenas de RF 10a, 10b, 10c tienen dos etapas diferentes 36, 37 para el funcionamiento de doble frecuencia.

Como se muestra en el ejemplo de la Fig. 4, cada anillo de orientación acodado puede constar de tres partes integrales, las tres partes consisten en dos guías de onda de acceso 21, 22 para la conexión a un cuerno radiante y una cadena de RF, respectivamente, y una sección de guía de onda 20 ubicada entre las dos guías de onda de acceso 21, 22 y formando un iris de acoplamiento entre las dos guías de onda de acceso. Las dos guías de onda de acceso 21, 22 pueden, por ejemplo, ser de sección transversal circular o cuadrada. La guía de onda de acceso 22 puede conectarse al cuerno radiante y la guía de onda de acceso 21 puede conectarse a la guía de onda principal 31 de la cadena de RF, teniendo las dos guías de onda de acceso sus respectivos ejes orientados en diferentes direcciones. Las dos guías de onda de acceso 21, 22 y la sección 20 de la guía de onda de acceso forman un conjunto de codo, el codo tiene un vértice 27 situado en la sección 20 de la guía de onda de acceso y un ángulo de apertura  $\Theta$  cuyo valor se preestablece individualmente para cada cuerno a fin de inclinar el eje 23 de la guía de onda de acceso 22 conectada al cuerno con respecto al eje 24 de la guía de onda de acceso 21 conectada a la cadena de RF en la dirección deseada. Esto permite orientar el cuerno radiante con respecto a la placa de soporte 17 y así orientar la dirección de radiación del cuerno, correspondiendo esta dirección de radiación al eje 23. El ángulo de inclinación  $\alpha$  del eje 23 con respecto al eje 24 está entre cero y unos pocos grados, definiéndose su valor en función de la ubicación del cuerno en la placa de soporte y, por tanto, en función de su ubicación con respecto al punto focal de la red radiante de una antena equipada con un reflector. El ángulo de apertura  $\Theta$  del codo depende de la posición  $\Delta(x, y)$  de la fuente radiante en la red y de la distancia focal equivalente  $F_e$  de la antena, de acuerdo con la siguiente relación :

$$\Theta = \arctan (\Delta(x, y) / F_e)$$

Por lo tanto, cada anillo de orientación acodado se utiliza para orientar un cuerno radiante con respecto a la placa de soporte y así orientar correctamente el cuerno radiante con respecto a un reflector de una antena multihaz. El anillo de orientación acodado puede producirse mecanizando las guías de ondas 21, 22, 20 en la masa en forma de dos medias conchas complementarias que se ensamblan mediante cualquier técnica conocida para reconstituir guías de ondas completas.

Alternativamente, como se ilustra en la figura 5, el anillo de orientación acodado puede hacerse de una pieza en una pieza monobloque, por ejemplo usando una impresora 3D. En este caso, el anillo de orientación acodado es un trozo de cordón flexible, por ejemplo un cilindro o un tubo flexible, que permite lograr mayores ángulos de inclinación del cuerno.

La figura 6a ilustra un corte transversal de un ejemplo de una cadena plana de RF que opera en una sola banda de frecuencia, según la invención. La cadena de RF, realizada en tecnología de guía de onda, comprende una guía de onda principal 31 que tiene un eje longitudinal dispuesto perpendicularmente al plano XY, un transductor ortomodo OMT 30, componentes de radiofrecuencia del tipo acoplador 33 y filtro 32 que funcionan en bipolarización y puertos de entrada/salida 34, 35 respectivamente dedicados a las dos polarizaciones. Los puertos de entrada/salida pueden ser de polarización lineal o circular. El OMT puede ser simétrico con cuatro ramas transversales o alternativamente, puede ser asimétrico con dos ramas transversales ortogonales. En el ejemplo de la figura 6a, el OMT tiene una entrada de excitación axial acoplada a la guía de onda principal 31 y dos ramas transversales 41, 42, ortogonales entre sí, situadas en el plano XY y acopladas perpendicularmente a la guía de onda principal 31 por dos ranuras de acoplamiento, que no se muestran. Las dos ranuras de acoplamiento están dispuestas en la pared de la guía de onda principal 31 y están espaciadas angularmente por un ángulo 26 igual a  $90^\circ$ . Las ramas transversales del OMT

están conectadas a los componentes de radiofrecuencia 32, 33. La guía de onda principal 31 tiene un extremo superior para la conexión a un cuerno radiante 16 a través del anillo de orientación acodado 18. Los componentes de RF, los acopladores tipo 33 y los filtros 32, están dedicados al procesamiento de las señales de RF correspondientes a la misma banda de frecuencias. El OMT alimenta el cuerno (en transmisión), o es alimentado por el cuerno (en recepción), selectivamente ya sea con un primer modo electromagnético que tiene una primera polarización lineal, o con un segundo modo electromagnético que tiene una segunda polarización lineal ortogonal a la primera. Asociadas a la primera y segunda polarización hay dos componentes de los campos eléctricos  $E_x$ ,  $E_y$ , cuya orientación viene impuesta por la orientación de las cadenas de RF situadas en el plano XY y, por tanto, por la posición de las dos ranuras de acoplamiento. La orientación del campo  $E_x$  es paralela a la guía de onda de la rama transversal 42, la orientación del campo  $E_y$  es paralela a la guía de onda de la rama transversal 41.

Las figuras 7a y 7b ilustran dos vistas de un ejemplo de dos cadenas de RF planas apiladas que permiten operar en dos bandas de frecuencia diferentes, según la invención. Para el funcionamiento en varias bandas de frecuencia diferentes, por ejemplo, dos bandas de frecuencia dedicadas respectivamente a la transmisión y la recepción, es posible apilar varios canales de RF diferentes, respectivamente dedicados a cada banda de frecuencia, en diferentes capas planas. En este caso, la estructura de la cadena de RF de cada fuente radiante comprende, por lo tanto, al menos dos etapas diferentes, respectivamente la superior 36 y la inferior 37, apiladas una encima de la otra y dedicadas respectivamente a la banda de frecuencias de recepción y a la banda de frecuencias de transmisión de las señales de radiofrecuencia. Cada etapa de radiofrecuencia está dispuesta perpendicularmente al eje longitudinal de la guía de onda principal 31 de la cadena de RF.

En las figuras 7a y 7b, el MTO 30 acoplado a la guía de onda axial principal 31 común a todas las señales de transmisión y recepción es el mismo que en la figura 6a y tiene dos ramas transversales por etapa, pero esto no es esencial, también se puede utilizar un MTO de cuatro ramas transversales. Las ramas transversales superiores 41, 42 conectadas a los componentes de radiofrecuencia de la etapa superior de RF 36, pueden dedicarse a recibir señales de RF y las dos ramas transversales inferiores 43, 44 conectadas a los componentes de radiofrecuencia de la etapa inferior de RF 37, pueden dedicarse a transmitir señales de RF. La guía de onda principal axial 31 se mecaniza en el espesor de las dos capas planas que constituyen las etapas superior e inferior, y se acopla por un lado a las ramas transversales superiores 41, 42 de la OMT por medio de las primeras ranuras de acoplamiento axial y por otro lado a las ramas transversales inferiores 43, 44 de la OMT por medio de las segundas ranuras de acoplamiento axial. Las primeras ranuras de acoplamiento axial están situadas a la misma primera altura en la pared de la guía de onda axial y espaciadas angularmente por un ángulo igual a  $90^\circ$  y, respectivamente, las segundas ranuras de acoplamiento axial están situadas a la misma segunda altura en la pared de la guía de onda axial y espaciadas angularmente por un ángulo igual a  $90^\circ$ . La primera altura corresponde a la etapa superior de la cadena de RF y la segunda altura corresponde a la etapa inferior de la cadena de RF. Para reducir el volumen de la cadena de RF, las primeras ranuras axiales pueden alinearse por encima de las segundas ranuras axiales, pero esto no es necesario, también pueden desplazarse angularmente entre sí.

Ventajosamente, en el caso de que se desee operar en varias bandas de frecuencia, es suficiente con aumentar el número de etapas de la cadena de RF, dedicando cada etapa a una de las bandas de frecuencia deseadas.

Por ejemplo, cada cadena de RF puede ser fabricada en dos partes complementarias, llamadas medias conchas, por un proceso de mecanizado conocido, las dos medias conchas metálicas siendo entonces unidas por cualquier tipo de conexión conocida, como soldadura, pegamento o tornillos. Los componentes de radiofrecuencia consisten entonces en ranuras mecanizadas en las dos medias conchas de metal.

En el caso de una aplicación de telecomunicaciones, la asimetría del anillo de orientación acodado no tiene impacto en el rendimiento de las fuentes radiantes porque la guía de onda de entrada de excitación principal a la que está conectado el cuerno radiante está dimensionada para permitir sólo un modo de propagación correspondiente al modo fundamental. En consecuencia, todos los demás modos, y en particular los modos simétricos impares generados por la asimetría del anillo de orientación acodado, pueden ser potencialmente eliminados por trampas colocadas en la entrada del conjunto de excitación.

Para no afectar las características de radiación de la fuente radiante así producida, el codo del anillo de orientación 18 debe colocarse en un plano de simetría de la cadena de RF, con respecto a las principales componentes de campo  $E_x$ ,  $E_y$  generadas en la guía de onda principal axial 31 por el OMT. En efecto, si no se respeta el plano de simetría, la curvatura será considerada como un defecto diferente por las dos ramas transversales de la cadena de RF y por las dos ranuras de acoplamiento angularmente espaciadas por  $90^\circ$ , lo que da lugar a un deterioro de la pureza de la polarización. Por lo tanto, el montaje de la guía de onda de orientación 18 con respecto a la cadena de RF debe realizarse teniendo en cuenta la orientación de los dos campos principales ortogonales  $E_x$ ,  $E_y$  generados en la guía de onda principal axial 31 de la cadena de RF. Con respecto a los dos campos principales ortogonales  $E_x$ ,  $E_y$ , el plano de simetría es el plano que contiene la bisectriz del ángulo formado por las direcciones de orientación de los dos campos principales  $E_x$  y  $E_y$ . Por lo tanto, el codo debe posicionarse en este plano de simetría para que pueda ser visto con la misma fase por las dos ranuras de acoplamiento de la cadena plana de RF y para que la discontinuidad de RF generada por el codo cause el mismo impacto en las dos componentes de campo del modo fundamental. En el esquema de la figura 6a, el único plano de simetría posible es el plano perpendicular al plano XY que contiene la bisectriz 25 del ángulo formado por las dos direcciones de las componentes de campo ortogonales

Ex y Ey, es decir, el ángulo que separa las dos ranuras de acoplamiento del OMT, o el ángulo 26 formado por las dos ramas transversales 41, 42. El vértice 27 (visible en la figura 4) de la curva del anillo de orientación 18 se sitúa, por tanto, en un plano ortogonal al plano XY y contiene la bisectriz 25 del ángulo 26 que separa las dos ranuras de acoplamiento ortogonales, es decir, el ángulo 26 formado por las dos ramas transversales 41, 42. En el caso de un MTO con cuatro ramas transversales, hay cuatro ranuras de acoplamiento uniformemente espaciadas angularmente. La bisectriz 25 corresponde entonces a la bisectriz del ángulo entre dos ranuras de acoplamiento ortogonales consecutivas, es decir, la bisectriz del ángulo entre dos ramas transversales ortogonales consecutivas.

La cadena de radiofrecuencia descrita en relación con las figuras 6a, 7a, 7b, tiene la ventaja de tener una arquitectura completamente plana, de una o varias capas, con todos los componentes de radiofrecuencia correspondientes a la misma banda de frecuencias siendo fabricados por mecanizado en forma de dos medias conchas metálicas apiladas y ensambladas juntas. La fabricación de todos los componentes de radiofrecuencia por mecanizado proporciona un grado muy elevado de robustez de la cadena de radiofrecuencia en lo que respecta a las dispersiones de rendimiento vinculadas a la fabricación de los componentes. En efecto, al estar situados en la misma capa física todos los componentes correspondientes a la misma banda de frecuencias, todos los trayectos eléctricos dedicados a las dos polarizaciones de cada cadena de RF son simétricos y, por lo tanto, inducen la misma dispersión de fase. Además, el fresado, que es el único método de mecanizado adecuado para la fabricación de medias conchas, garantiza excelentes acabados superficiales y permite la deposición de una capa de plata en las piezas mecanizadas para reducir las pérdidas óhmicas en un 30% aproximadamente.

En el caso de funcionamiento en varias bandas de frecuencia diferentes, la estructura multicapa de la cadena de RF forma un conjunto de bipolarización multibanda muy compacto, de muy bajo coste y multibanda, que es compatible con la implementación en una red de fuentes radiantes de malla pequeña y puede ser integrada en una placa de soporte común para varias cadenas de RF como se muestra en la Figura 2. Los puertos de entrada/salida 34, 35, 38, 39 de la cadena de RF pueden orientarse lateralmente, como en las figuras 7a, 7b, o hacia adelante o hacia atrás, según se requiera.

Como se muestra en los ejemplos de las Figuras 8a y 8b, esta arquitectura también permite la fabricación de una red radiante sectorizada en varios paneles radiantes independientes 50a, 50b, 50c, 50d, 50e, cada panel radiante consiste en un módulo estructural que integra un subconjunto de varias fuentes radiantes 54 que tienen cadenas de RF mecanizadas en una matriz en una placa de soporte común a todas las fuentes 54 del subconjunto, e independiente de las placas de soporte de las fuentes de los otros paneles. Las guías de ondas de entrada y salida de RF de las diferentes fuentes radiantes integradas en cada panel 50a se dirigen entonces en la placa de soporte común a los respectivos puertos de entrada y salida que pueden, por ejemplo, agruparse en el mismo lugar en el panel correspondiente. Por ejemplo, todos los puertos de entrada y salida pueden estar alineados uno al lado del otro en un borde del panel. En este caso, la fabricación de las cadenas de RF integradas en cada panel puede ser mutualizada, siendo la totalidad de las cadenas de RF fabricadas por mecanizado en forma de tres medias conchas apiladas y ensambladas juntas. Esto reduce los costos de fabricación y reduce los desechos.

Los diferentes paneles radiantes 50a, 50b, 50c, 50d, 50e son ensamblados mutuamente para formar la red radiante. Para facilitar el montaje de los diferentes paneles entre sí, las formas de los recortes de las diferentes placas de soporte correspondientes a cada panel son complementarias entre sí para que puedan encajar entre sí, como se muestra en la figura 8c. Cada panel de la red radiante puede entonces orientarse independientemente de los otros paneles. La orientación de los canales de RF integrados en cada panel se asegura entonces globalmente por la orientación del panel correspondiente, y luego se refina individualmente para cada fuente radiante del panel mediante el anillo de orientación dedicado que asegura la orientación individual de cada cuerno radiante correspondiente a cada fuente radiante. La red radiante forma entonces un conjunto facetado, cada faceta consiste en un panel radiante.

En la Fig. 9 se muestra un ejemplo de la implantación de una red radiante en una antena multihaz. La red radiante comprende al menos un módulo estructural o al menos un panel radiante, el panel radiante comprende un módulo estructural que incorpora fuentes radiantes. La red radiante 60 que se ajusta a la invención se coloca en el foco de un reflector 61 para formar varios haces diferentes 1, 2, 3. Cada fuente radiante se orienta individualmente, por medio del anillo de orientación dedicado, según su ubicación en la red radiante con respecto al reflector.

Aunque la invención ha sido descrita en relación con medios de aplicación particulares, es evidente que no se limita en absoluto a ellos y que incluye todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones si entran en el ámbito de la invención.

## REIVINDICACIONES

1. Módulo estructural de antena que integra fuentes radiantes elementales, que a su vez comprende guías de ondas acodadas, cada fuente radiante comprende un cuerno radiante (16) conectado a una guía de onda acodada destinada a orientar el cuerno radiante (16) en una dirección deseada, **caracterizado porque** la guía de onda acodada es un anillo de orientación (18) y **porque** cada fuente radiante comprende además una cadena de radiofrecuencias de RF (10) que comprende una guía de onda principal (31) con un eje longitudinal dispuesto perpendicularmente a un plano XY y un transductor ortomodal OMT (30) que comprende dos ramas transversales (41, 42) ortogonales entre sí, situadas paralelamente al plano XY y acopladas perpendicularmente a la guía de onda principal (31) mediante ranuras de acoplamiento, acoplándose el cuerno radiante (16) a un extremo terminal (5) de la guía de onda principal (31) mediante el anillo de orientación acodado (18) destinado a orientar el cuerno radiante (16) en una dirección deseada diferente del eje longitudinal de la guía de onda principal (31), el codo del anillo de orientación (18) se sitúa en un plano de simetría de la cadena RF, siendo el plano de simetría ortogonal al plano XY y conteniendo la bisectriz (25) del ángulo (26) formado por las dos ramas transversales (41, 42).
2. Módulo estructural según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende además una placa de soporte (17) común a todas las fuentes radiantes, estando las cadenas de RF (10) completamente integradas en la placa de soporte (17).
3. Módulo estructural según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el anillo de orientación (18) asociado a cada cuerno radiante está alojado en una abertura dedicada prevista en una cara frontal (19) de la placa de soporte (17).
4. Módulo estructural según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el extremo terminal (5) de la guía de onda principal (31) de cada cadena de RF se encuentra alojado en una abertura dedicada proporcionada en una cara frontal de la placa de soporte (17) y **porque** el anillo de orientación (18) asociado a cada cuerno radiante está fijado en una cara frontal (19) de la placa de soporte (17), en la prolongación del correspondiente extremo terminal (5).
5. Módulo estructural según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el anillo de orientación (18) de cada fuente radiante está constituido por tres partes integradas entre sí, las tres partes estando constituidas por dos guías de ondas de acceso rígidas (21, 22) que tienen ejes longitudinales (24), (23) diferentes y destinadas a ser conectadas respectivamente a un cuerno radiante y a una cadena de radiofrecuencia, y una sección de guía de onda de adaptación (20) situada entre las dos guías de ondas de acceso, la sección de guía de onda coincidente (20) forma el codo del anillo de orientación (18).
6. Módulo estructural según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el anillo de orientación (18) tiene un iris de acoplamiento.
7. Panel radiante **caracterizado porque** comprende un módulo estructural según una de las reivindicaciones anteriores.
8. Panel radiante según la reivindicación 7, dependiente de la reivindicación 2, **caracterizado porque** las fuentes radiantes (54) están maquinadas en forma de matriz en la placa de soporte común (17, 51) y además comprenden las respectivas guías de ondas de alimentación y salida, encaminadas en la placa de soporte común y conectadas respectivamente a los accesos de entrada y salida (55) agrupados unos al lado de otros en el panel radiante.
9. Red radiante **caracterizada porque** comprende al menos un panel radiante según la reivindicación 8.
10. Red radiante según la reivindicación 9, **caracterizada porque** comprende una pluralidad de paneles radiantes (50a, 50b, 50c, 50d, 50e) que pueden orientarse independientemente unos de otros.
11. Antena multihaz **caracterizada porque** comprende al menos una red radiante según una de las reivindicaciones 9 o 10.

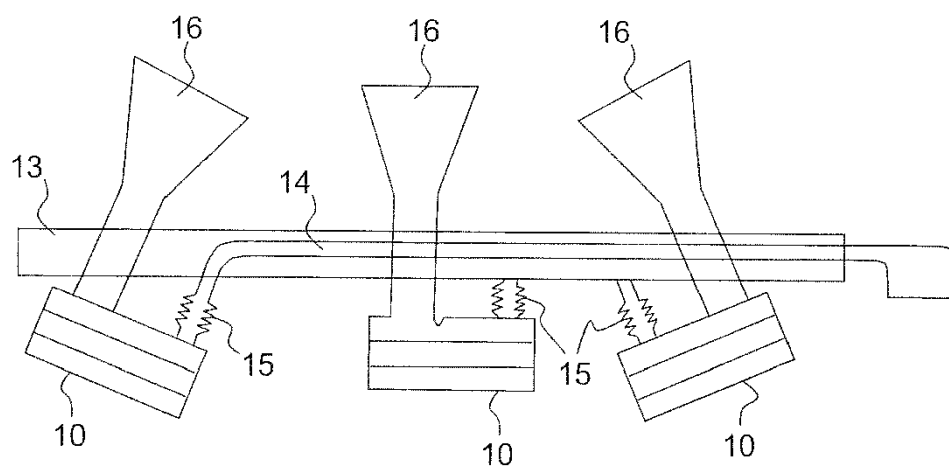


FIG.1

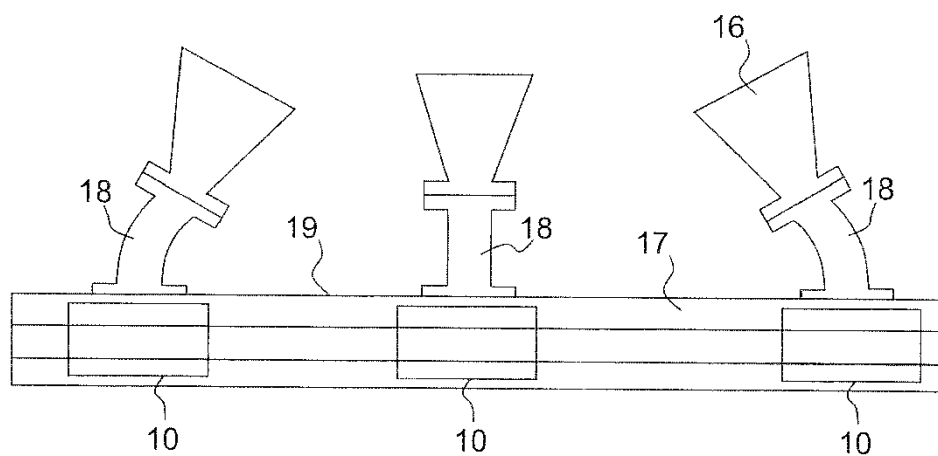
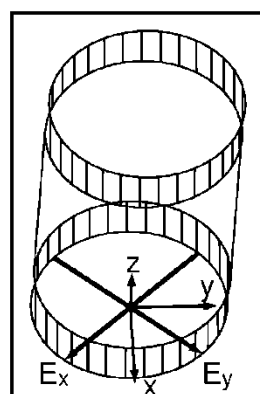
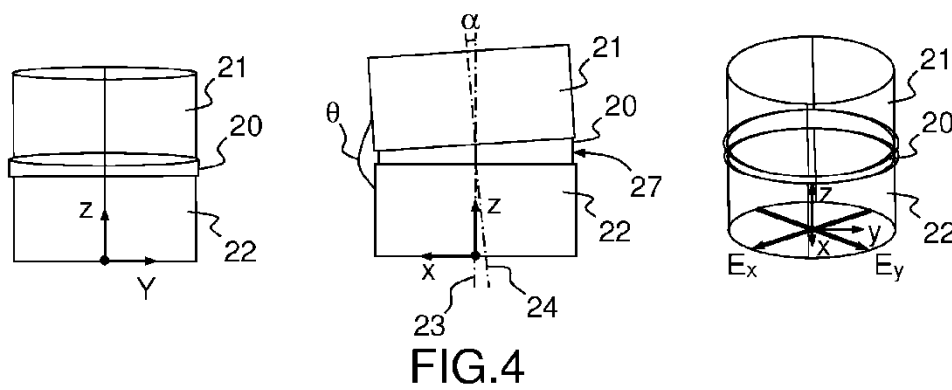
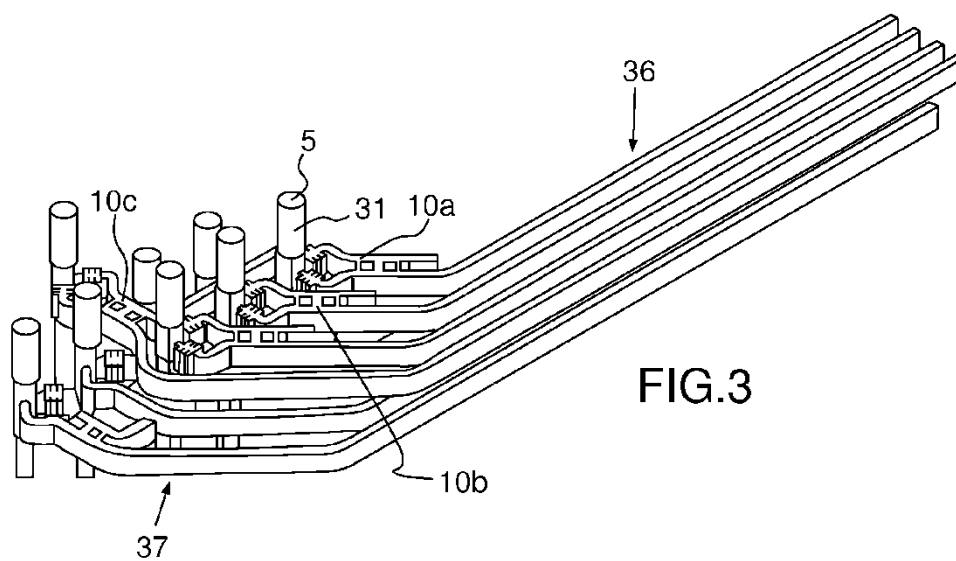


FIG.2



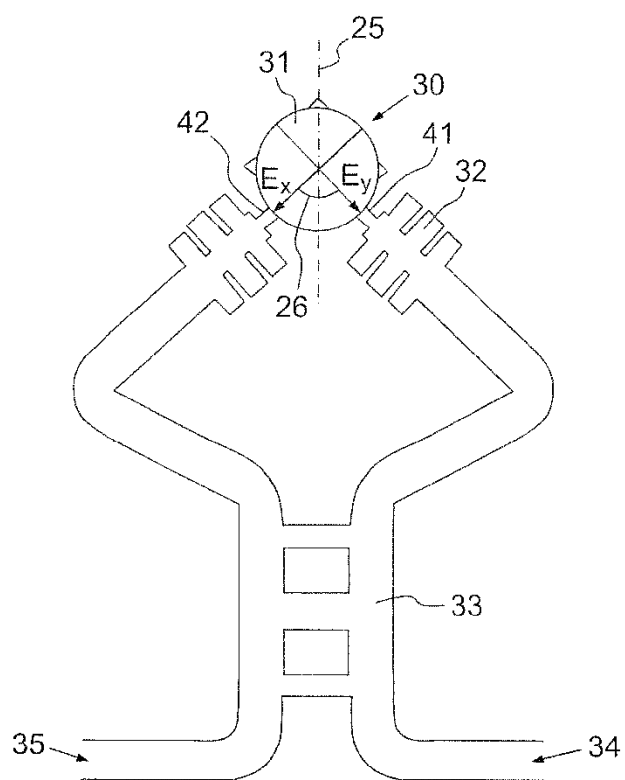


FIG. 6a

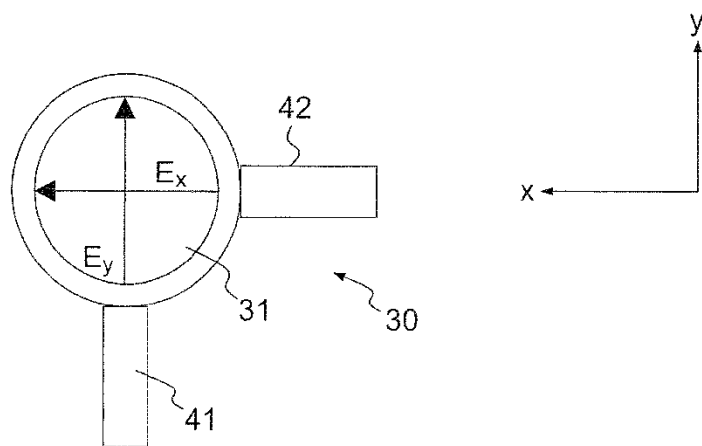


FIG. 6b

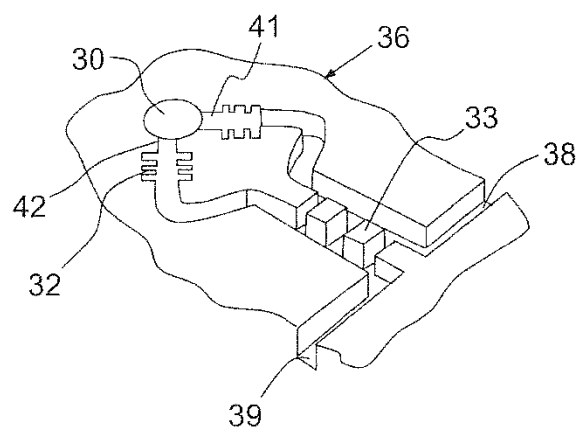


FIG. 7a

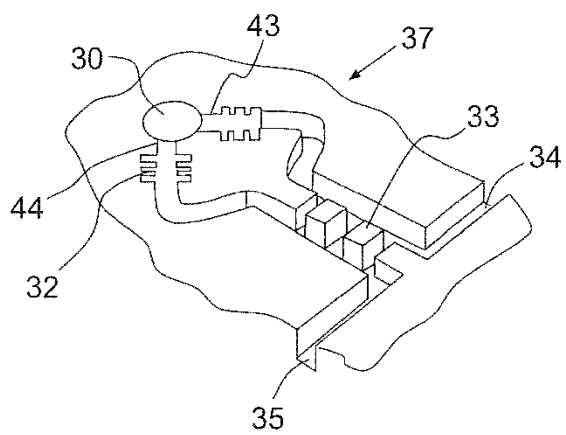


FIG. 7b

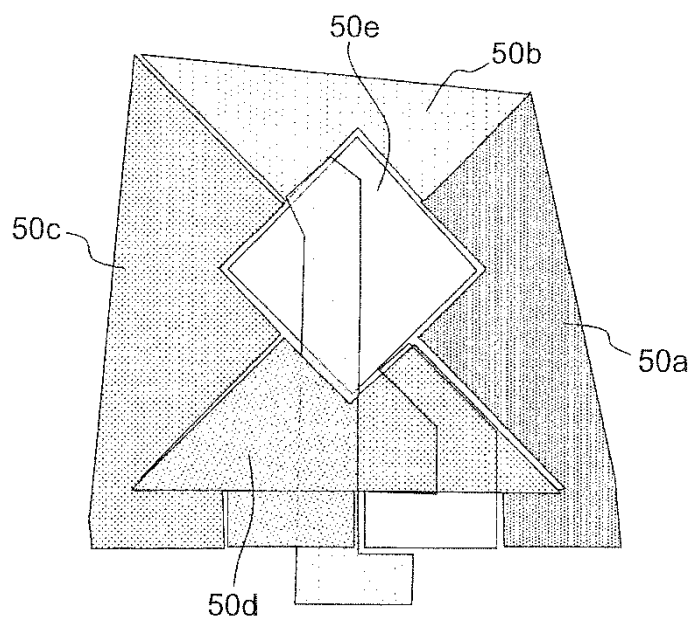


FIG. 8a

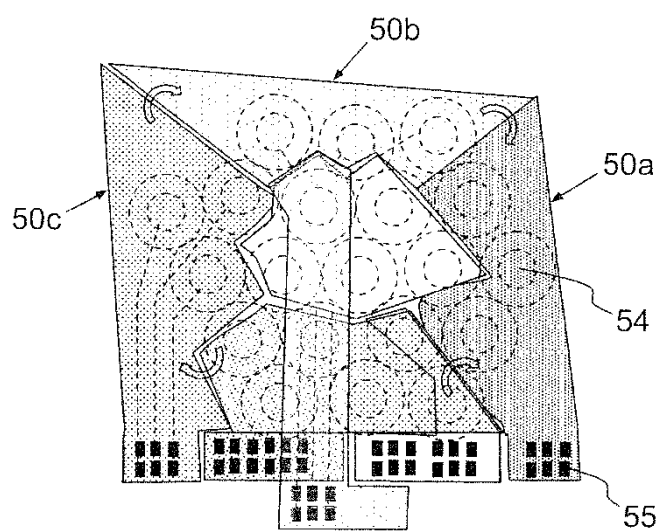


FIG. 8b

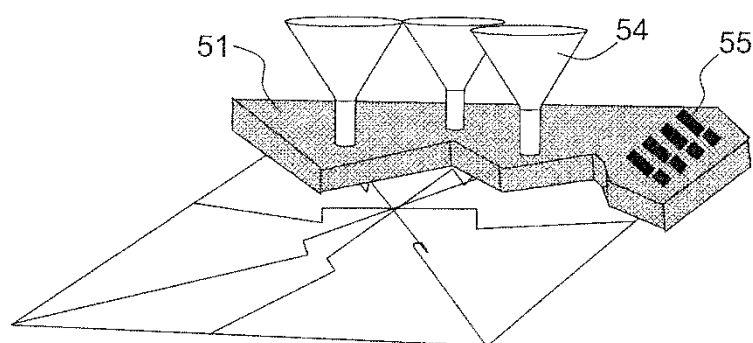


FIG. 8c

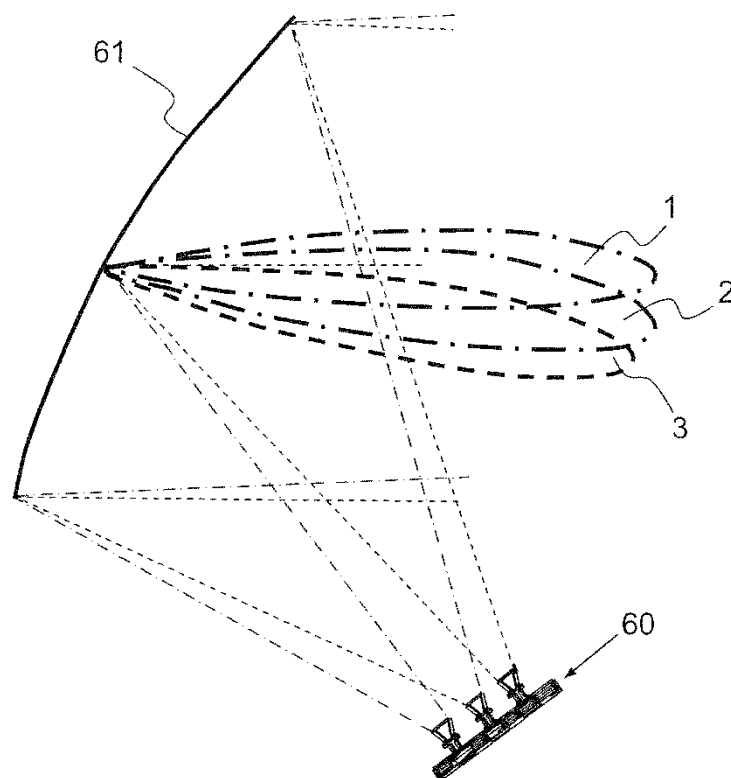


FIG. 9