

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 887**

51 Int. Cl.:
H01Q 21/06 (2006.01)
H01Q 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06819455 .4**
- 96 Fecha de presentación: **14.11.2006**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1949496**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.07.2008**

54 Título: **Sistema de antena plana con acceso directo en guía de ondas**

30 Prioridad:
14.11.2005 FR 0511527

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.07.2012

73 Titular/es:
**Bouygues Telecom
32 Avenue Hoche
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:
**MOTTA CRUZ, Eduardo;
SARRAZIN, Julien y
MAHE, Yann**

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 384 887 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

Sistema de antena plana con acceso directo en guía de ondas.

5 El campo de la invención es de las antenas de telecomunicación, y más particularmente el de las antenas para haces hertzianos (antenas FH).

La invención se refiere más precisamente a una antena plana para haces hertzianos alimentada por una guía de ondas.

10 Las antenas parabólicas se utilizan habitualmente para los haces hertzianos. Una guía de ondas rectangular está conectada generalmente a un cofre desplazado en la parte posterior de la antena parabólica para realizar el acceso radioeléctrico de la antena. Se ha representado de forma esquemática en la figura 1a una antena parabólica 1 conectada a una guía de ondas G.

15 Con superficie equivalente, las antenas planas son conocidas por ser globalmente tan eficaces como las antenas parabólicas. Las antenas planas están además caracterizadas por su compacidad y su baja exposición al viento (en particular debido a un pequeño espesor) y tienden así a ser preferidas a las antenas parabólicas.

20 Una ventaja de la tecnología impresa explotada en el marco de la antena plana es su buena capacidad de adaptación a las conexiones coaxiales, por ejemplo las del tipo SMA-3,5 mm. Tal como está representado esquemáticamente en la figura 1b, es posible de esta manera conectar una antena plana 2 provista de un conector coaxial a una guía de ondas G por medio de una transición guía-coaxial TGC.

25 De manera clásicamente conocida, y como está representado en la figura 2, la antena plana 2 comprende una red de elementos radiantes integrados en el sustrato dieléctrico de la antena.

30 La antena 2 comprende más precisamente un conjunto de subredes lineales a_1 - a_4 paralelas entre sí, estando cada subred lineal a_1 - a_4 constituida por un conjunto de elementos radiantes 3. Cada uno de los elementos radiantes está constituido típicamente por una superficie cuadrada conductora de la cual una esquina está conectada a una línea de alimentación de subred b_1 - b_4 (típicamente en forma de una línea microcinta).

35 La figura 2 representa más precisamente un ejemplo de realización de la alimentación de una antena plana 2 por medio de una transición guía-coaxial TGC. Con este fin, una línea de alimentación L (típicamente una línea microcinta) alimentada por la guía de ondas por medio de la transición guía-coaxial TGC está dispuesta transversalmente a las subredes lineales a_1 - a_4 . Esta línea de alimentación L permite así alimentar las líneas de alimentación de subredes y por consiguiente los elementos radiantes del conjunto de las subredes.

40 La solución de la figura 2 no es sin embargo totalmente satisfactoria.

La conexión coaxial efectivamente es frágil y sensible a los cortes galvánicos. Además la línea de alimentación microcinta L presenta unas pérdidas lineales importantes, generalmente superiores a las pérdidas de la guía de ondas.

45 Es conocido, por ejemplo a partir del documento US nº 6.509.874, practicar una hendidura en el plano de masa frente a cada línea de alimentación de subred y disponer una guía de ondas, en forma de un canal practicado en la superficie de un cuerpo metálico, con respecto al plano de masa de manera que dicha guía se extienda perpendicularmente a las subredes. Se realiza de esta manera un acoplamiento electromagnético por hendidura entre dicha guía de ondas y cada una de las líneas de alimentación de subred.

50 Sin embargo, con dicha disposición ortogonal, las subredes son alimentadas en oposición de fase (cada 180°). Resulta entonces necesario prever unos medios para compensar los $\pm 180^\circ$ de desfasado.

55 El documento US nº 6.509.874 muestra así (véase en particular la figura 3b) un alimentación de la subredes por unas hendiduras en oposición de fase, y una corrección de fase realizada desplazando las filas de elementos radiantes a lo largo de la línea de alimentación en una longitud eléctrica de $\pm 180^\circ$.

Otra solución para la corrección de fase se presenta en el documento US nº 6.313.807 y consiste en alimentar cada red por uno u otro lado de la guía de ondas.

60 La invención tiene por objetivo proponer una antena plana FH que no adolezca de los inconvenientes relacionados con la utilización de una transición guía coaxial, permitiendo al mismo tiempo una alimentación equifase de todos los elementos radiantes de una misma subred.

65 Con este fin, la invención propone un sistema de antena plana que comprende por lo menos una subred de elementos radiantes dispuesta sobre una cara de un sustrato superpuesto a un plano de masa, estando cada subred

constituida por una pluralidad de elementos radiantes aptos para ser alimentados por una línea de alimentación de subred a la que están conectados, estando una hendidura practicada en el plano de masa frente a cada línea de alimentación de subred, comprendiendo el sistema además una línea de transmisión de energía dispuesta con respecto al plano de masa de manera que se realice un acoplamiento electromagnético por hendidura entre dicha línea de transmisión de energía y cada una de las líneas de alimentación de subred, estando el sistema caracterizado porque la línea de transmisión de energía está dispuesta para extenderse en oblicuo con respecto a las líneas de alimentación de subredes.

Algunos aspectos preferidos, pero no limitativos, de este sistema son los siguientes:

- 10 - la línea de transmisión de energía es una guía de ondas rectangular de la cual una cara está aplicada contra el plano de masa, y unas hendiduras de radiación de onda están practicadas en dicha cara de la guía de ondas de manera que las hendiduras del plano de masa y las hendiduras de la guía de ondas estén superpuestas;
- 15 - la línea de transmisión de energía es una guía de ondas que tiene una forma de U en sección, y dicha guía de ondas está dispuesta de manera que el plano de masa cierre el espacio de la guía de ondas;
- 20 - la línea de transmisión de energía es una línea triplaca que comprende una línea conductora intercalada entre dos planos de masa de línea triplaca, estando unas hendiduras de radiación de onda practicadas en el de los planos de masa de línea triplaca que esta aplicado contra dicho plano de masa de manera que las hendiduras del plano de masa y las hendiduras de la línea triplaca estén superpuestas;
- 25 - la línea de transmisión de energía es una línea triplaca que comprende una línea conductora intercalada entre dos planos de masa de línea triplaca, y uno de los planos de masa de la línea triplaca está confundido con dicho plano de masa;
- el sistema comprende una pluralidad de subredes lineales paralelas entre sí y las hendiduras practicadas en el plano de masa están posicionadas verticalmente a las líneas de alimentación;
- 30 - las hendiduras practicadas en la línea de transmisión son unas entallas practicadas en oblicuo en la longitud de la línea retransmisión;
- en el sistema, el posicionado de cada línea de alimentación con respecto a la hendidura correspondiente se realiza de manera que se controle el porcentaje de acoplamiento entre la línea de transmisión de energía y dicha línea de alimentación;
- 35 - cada línea de alimentación de subred comprende unos medios de ponderación de las amplitudes de radiación de los elementos radiantes de la subred;
- 40 - los medios de ponderación comprenden unos transformadores de impedancia intercalados entre los elementos radiantes,
- el tamaño de los elementos radiantes de una subred está ponderado de manera que se realice una ponderación de las amplitudes de radiación de dichos elementos radiantes;
- 45 - la ponderación del tamaño de un elemento radiante en forma de una superficie conductora consiste en reducir una de las dimensiones características de dicha superficie; y
- la línea de alimentación de una subred de elementos radiantes es una línea microcinta.
- 50 Otros aspectos, objetivos y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la lectura de la descripción detallada siguiente de formas de realización preferidas de ésta, dada a título de ejemplo no limitativo, y haciendo referencia a los planos adjuntos, en los que, además de las figuras 1a, 1b y 2 ya comentadas:
- 55 - la figura 1c representa de manera esquemática una antena plana que dispone de un acceso directo en guía de ondas;
- la figura 3 representa un modo de realización posible de un sistema de antena plana;
- 60 - las figuras 4a y 4b ilustran diferentes maneras de realizar una ponderación de amplitudes de los elementos radiantes;
- las figuras 5a y 5b ilustran el acoplamiento por hendidura entre una guía de ondas y una línea de alimentación en función de la posición de la línea con respecto al centro de la hendidura;
- 65 - la figura 6 representa un modo de realización ventajoso de un sistema de antena plana según la invención.

5 Haciendo referencia a la figura 1c, se ha representado de manera particularmente esquemática una antena plana 20 que dispone de un acceso directo en guía de ondas G. En la figura 3, se ha representado un modo de realización posible de un sistema 10 de antena plana. En esta figura 3, se han utilizado, para los elementos comunes con la figura 2, las mismas referencias.

El sistema 10 comprende una antena plana 20 así como una guía de ondas G.

10 La antena plana 20 comprende de forma clásica en sí una placa conductora metálica plana que constituye un plano de masa 5 (en la parte posterior en la figura 3), y un sustrato en forma de una placa dieléctrica superpuesta y sustancialmente paralela a la placa de masa.

15 Un circuito está impreso sobre la cara del sustrato opuesta al plano de masa 5 y comprende unos elementos radiantes 3.

20 La antena 20 comprende un conjunto de subredes lineales a_1 - a_4 dispuestas sobre la cara del sustrato opuesta al plano de masa, paralelas entre sí, estando cada subred lineal a_1 - a_4 constituida por un conjunto de elementos radiantes 3 aptos para ser alimentados por una línea de alimentación de subred b_1 - b_4 a la que están conectados. La línea de alimentación es típicamente una línea microcinta ("microstrip" según la terminología anglosajona) impresa sobre el mismo sustrato o sobre otra capa.

25 Los elementos radiantes están constituidos típicamente por una superficie cuadrada conductora de la cual un vértice está conectado a la línea de alimentación de subred b_1 - b_4 correspondiente, siendo la diagonal del cuadrado que parte de este vértice perpendicular a la línea de alimentación b_1 - b_4 correspondiente.

Evidentemente, la invención no está limitada a una forma particular de los elementos radiantes, ni a una conexión particular de la línea de alimentación correspondiente.

30 Los elementos radiantes pueden así estar constituidos por una superficie conductora que tiene la forma de un polígono (por ejemplo un triángulo o un rectángulo) incluso de un círculo.

35 Los elementos radiantes pueden ser alimentados además en otros puntos de la superficie conductora que uno de los vértices de dicha superficie, por ejemplo a lo largo de uno de los lados o también en el interior de la superficie conductora. En este último ejemplo, se puede abrir en particular una "ruta" en la superficie conductora haciendo penetrar la línea de alimentación en la superficie conductora dejando al mismo tiempo a cada lado de la línea unos segmentos desprovistos de metalización.

40 Una hendidura F_1 - F_4 está practicada en el plano de masa 5 frente a cada línea de alimentación de subred b_1 - b_4 . Las hendiduras son preferentemente idénticas. Cada hendidura F_1 - F_4 está sí dispuesta transversalmente a la línea de alimentación correspondiente.

Cuando las subredes son unas subredes lineales paralelas entre sí, se elegirán preferentemente unas hendiduras rectangulares posicionadas verticalmente a las líneas de alimentación.

45 El sistema 10 comprende asimismo una línea de transmisión de energía G dispuesta con respecto al plano de masa 5 de manera que se realice un acoplamiento electromagnético por hendidura entre dicha línea de transmisión y cada una de las líneas de alimentación de subred.

50 La línea de transmisión de energía puede ser una guía de ondas, o cualquier otro tipo de líneas de transmisión, en particular una línea triplaca.

La guía de ondas tiene por ejemplo una guía de ondas que tiene una forma rectangular en sección. Puede tratarse asimismo de una guía de ondas que tiene una forma en U en sección.

55 Los campos electromagnéticos se propagan en la cavidad rectangular de la guía de ondas de abajo hacia arriba en el ejemplo de la figura 3.

60 Una resistencia terminal (no representada) puede estar prevista a nivel de una placa superior 11 de la guía de ondas G.

65 Cuando la guía de ondas tiene una forma rectangular en sección, se practican unas hendiduras de radiación de onda, idénticas a las hendiduras del plano de masa, por ejemplo por mecanizado, en el cuerpo de la guía de ondas, en particular sobre una de las caras de la guía de ondas destinada a ser aplicada contra el plano de masa 5 de manera que las hendiduras del plano de masa y las hendiduras de la guía de ondas estén superpuestas (por estas razones, se han considerado las mismas referencias para designar el conjunto de las hendiduras). Los campos electromagnéticos que se propagan en el espacio de la guía radian entonces, por medio de las hendiduras

superpuestas practicadas en el plano de masa de la antena y en la cara de la guía de ondas aplicada contra el plano de masa, y excitarán las líneas de alimentación de las subredes.

5 Cuando la guía de ondas tiene una forma en U en sección, la guía de ondas está dispuesta de manera que el plano de masa 5 cierre el espacio de la guía de ondas. Los campos electromagnéticos que se propagan en el espacio de la guía radian entonces por medio de las hendiduras practicadas en el plano de masa de la antena.

10 Evidentemente, la estructura de antenas comprende además un medio de alimentación de energía de la línea de transmisión (no representada), de manera que proporcione la energía eléctrica a dicha línea, propagándose esta energía por el interior de ésta y radiando por las hendiduras F_1 - F_4 .

15 Como ya se ha mencionado, unas hendiduras están practicadas sobre una misma cara de la guía de ondas (cuando se utiliza una guía de ondas rectangular), y dicha cara está dispuesta frente al plano de masa de la antena 20, por el lado opuesto al sustrato dieléctrico de la antena. De esta manera, el acceso en guía es solidario al plano de masa de la antena. El acceso es evidentemente solidario también al plano de masa cuando éste pasa a cerrar el espacio de la guía de ondas.

20 Se puede también prever una línea de alimentación de energía en forma de una línea triplaca que comprende una línea conductora intercalada entre dos planos de masa de línea de triplaca.

Según una primera variante, uno de los planos de masa de línea triplaca está confundido con el plano de masa de la antena (en el que las están practicadas hendiduras).

25 Según otra variante, unas hendiduras de radiación de onda están practicadas en uno de los planos de masa de línea triplaca que está aplicado contra el plano de masa de la antena de manera que las hendiduras del plano de masa 5 y las del plano de masa de la línea triplaca estén superpuestas.

30 En el ejemplo no representativo de la invención de la figura 3 (vista en perspectiva), la línea de transmisión (en este caso en forma de una guía de ondas, pero esto se aplica también al modo de realización con línea triplaca) está dispuesta de manera que se extienda de manera globalmente perpendicular a las líneas de alimentación de subredes. En dicho caso, las hendiduras están practicadas en la longitud de la línea de transmisión (por ejemplo en forma de entallas rectangulares) de manera que estén posicionadas perpendicularmente a las líneas de alimentación.

35 Debido a este acoplamiento, una transferencia de energía tiene lugar entre líneas de transmisión de energía, es decir entre la guía de ondas o la línea triplaca por una parte y cada una de las líneas de alimentaciones de subred por otra parte. De esta manera, cada línea de alimentación de subred es excitada entonces por la energía radiada por las hendiduras, y alimenta entonces el conjunto de los elementos de radiación conectados a esta línea.

40 Allí donde la estructura de antena de la figura 2 prevé la alimentación de las subredes de elementos radiantes por una línea de alimentación transversal L, la estructura de antena según la invención propone así utilizar una pluralidad de hendiduras practicadas de manera que realicen un acoplamiento electromagnético entre cada subred y un tramo de la línea de transmisión de energía, por el lado opuesto al sustrato dieléctrico de la antena.

45 Se observará que el documento FR 2 646 565 propone realizar unas hendiduras en una guía de ondas rectangulares de manera que la energía se propague en la guía para radiar directamente hacia el espacio libre por medio de hendiduras.

50 Al contrario de la presente invención, este documento no se refiere a la alimentación de una antena que presenta un circuito sobre el cual están impresos unos elementos radiantes, y no trata por tanto de la alimentación de dichos elementos. Este documento no prevé además de ningún modo explotar la radiación de hendiduras para realizar un acoplamiento entre dos líneas de transmisión de energía, y en particular un acoplamiento de la guía de ondas con unas líneas de alimentación de elementos radiantes.

55 La antena plana constituye una red de elementos radiantes. En ausencia de una ponderación de amplitudes de los elementos radiantes, el nivel de los lóbulos secundarios es susceptible de establecerse a -13 dB aproximadamente.

60 La siguiente descripción se refiere a dos modos de realización posibles de una ponderación de amplitudes de los elementos radiantes de la antena plana que permiten en particular contener el nivel de lóbulos secundarios, por ejemplo a aproximadamente -20 dB. Se observará que estos modos de realización no están limitados al marco de la presente invención para un acceso directo en guía de ondas por acoplamiento electromagnético por hendidura entre la guía de ondas y las líneas de alimentación de subred. Se observará también que estos modos de realización se pueden utilizar separadamente o conjuntamente.

65 Según un primer modo de realización posible, tal como el ilustrado en la figura 4a, se intercalan unos transformadores de impedancia T entre los elementos radiantes 3 de una misma subred en la línea de alimentación

de subred b_i .

Los transformadores T están previstos más precisamente con unas relaciones de transformación que corresponden a las atenuaciones progresivas que se desea obtener.

5 Los transformadores T son típicamente unos transformadores de cuarto de ondas o semiondas; puede tratarse también de transformadores que disponen de leyes denominadas progresivas (por ejemplo unas leyes exponenciales o logarítmicas).

10 Según un segundo modo de realización posible, tal como el ilustrado en la figura 4b, la ponderación está "integrada" en los elementos radiantes 3 haciendo variar la superficie de dichos elementos.

15 En particular, la reducción de la superficie de un elemento radiante se acompaña de una reducción de la capacidad de transferir energía desde el elemento radiante hacia el exterior, conservando sin embargo un mismo nivel de señal.

20 Este segundo modo de realización resulta ventajoso en la medida en que permite no utilizar transformadores. Éstos producen efectivamente unas discontinuidades sobre la línea de alimentación b_i de subred. Y estas discontinuidades generan a su vez una radiación parásita en parte responsable de los niveles importantes de componente cruzada en el plano H del diagrama de radiación de la antena plana (aproximadamente -10 dB).

Realizando dicha ponderación "integrada", la línea de alimentación de subred b_i ya no presenta por tanto las discontinuidades relacionadas con la utilización de transformadores.

25 Los diferentes elementos radiantes 3 de la subred son entonces equiponderados porque están todos alimentados de la misma manera por la línea de alimentación b_i .

30 Los elementos radiantes tienen generalmente la forma de placas conductoras cuadradas, de lado $/2$, en el que representa la longitud de onda guiada sobre el sustrato del circuito impreso sobre el cual están formados los elementos radiantes y que corresponde a la frecuencia de radiación principal de la antena.

A título de ejemplo de reducción de superficie de un elemento, se considera un elemento radiante en forma de una placa conductora rectangular, que posee una longitud de $/2$ y una longitud $/n$, en la que n es superior a 2.

35 En otros términos, se reduce en este caso únicamente un lado de un elemento cuadrado. El hecho de conservar un lado de longitud $/2$ permite en efecto conservar como frecuencia de radiación dicha frecuencia principal.

40 De una manera más general, se trata de reducir una de las dimensiones características del elemento radiante (un lado en el caso de un elemento radiante poligonal, el diámetro en el caso de un elemento radiante en forma de un círculo).

45 Como está esquemáticamente representado en la figura 4b, la ponderación "integrada" se realiza preferentemente favoreciendo los elementos radiantes 3_1 en el centro de la subred (con respecto al punto de excitación P de la línea de alimentación de la subred en el centro de la línea), y reduciendo progresivamente el tamaño de los elementos radiantes 3_2 , 3_3 a medida que se separan del punto de excitación P, de manera simétrica con respecto al punto P.

50 Volviendo a la descripción de la estructura de antena según la invención, y según un modo de realización ventajoso de la invención, se controla la transferencia de energía entre las dos líneas de transmisión (entre la guía de ondas o la línea triplaca y una línea de alimentación de subred), es decir que se controla el porcentaje de acoplamiento, actuando sobre el desplazamiento de la línea de alimentación de subred con respecto al centro de la hendidura.

55 Como ya se ha mencionado anteriormente, las hendiduras son idénticas entre ellas (por ejemplo una entallas rectangulares idénticas practicadas a la vez en el plano de masa y en el cuerpo de la guía de ondas de sección rectangular) y se observará que el control del porcentaje de acoplamiento se realiza en el marco de la invención sin actuar sobre las dimensiones de las hendiduras (es decir en particular sin prever diferentes tamaños de hendiduras).

60 Este control del porcentaje de acoplamiento resulta ventajoso porque permite compensar el decrecimiento de la potencia de los campos electromagnéticos que se propagan en el interior de la guía de ondas (decrecimiento progresivo hacia un extremo terminal -placa superior 11 de la guía de ondas G- de la propagación de la energía en el espacio de la guía de ondas) aumentando progresivamente el porcentaje de acoplamiento guía de ondas/línea de alimentación de subred en el sentido entrante (de abajo hacia arriba en la figura 3).

65 Se ha representado en la figura 5a, una hendidura F_i de longitud L (en realidad dos hendiduras superpuestas cuando se utiliza una guía de ondas de sección rectangular, o también una línea triplaca de la cual un plano de masa está aplicado contra el plano de masa de la antena) que excitará una línea de alimentación b_i de subred. Es conocido que la distribución de las corrientes a lo largo de una hendidura de una semilongitud de onda posee un valor máximo en

el centro y decreciente hacia los extremos.

El acoplamiento con una guía de alimentación b_i de subred, dispuesta transversalmente a la hendidura F_i , es por tanto tributario de esta ley de distribución de las corrientes. Así, cuanto más se aparta la línea b_i del centro de la hendidura, más débil es el acoplamiento.

En la figura 5a, están representados tres posicionados posibles de la línea b_i con respecto a la hendidura F_i . El punto b ilustra el caso en que la línea b_i está dispuesta perpendicularmente a la hendidura F_i a nivel del centro de la hendidura. Los puntos a y c ilustran unos casos en que b_i está dispuesta perpendicularmente a la hendidura F_i estando desplazada con respecto al centro de la hendidura. En particular, el punto c está más desplazado con respecto al centro de la hendidura de lo que lo está el punto a.

Se ha representado en la figura 5b el porcentaje de acoplamiento entre la hendidura y la línea de alimentación en función del posicionado longitudinal de la línea con respecto a la hendidura. Se constata que el acoplamiento es máximo cuando la línea b_i está dispuesta perpendicularmente a la hendidura F_i a nivel del centro de la hendidura (punto b). El acoplamiento decrece a medida que se separa del centro de la hendidura (véanse los puntos a y c; acoplamiento en a superior al acoplamiento en c).

La figura 6 ilustra el modo de realización ventajoso de un sistema de antena plana según la invención según el cual se realiza un control del porcentaje de acoplamiento entre la línea de transmisión de energía y las diferentes líneas de alimentación. La línea de transmisión (en este caso guía de ondas G) presenta una serie de hendiduras F_1 - F_4 oblicuas, y está dispuesta en este caso ligeramente oblicua con respecto a las líneas de alimentación de las subredes de manera que las hendiduras de la guía de ondas estén superpuestas a las hendiduras del plano de masa y así posicionadas perpendicularmente a las líneas de alimentación, haciendo variar progresivamente, de una línea de alimentación de subred a la otra, el porcentaje de acoplamiento entre la guía de ondas y la línea de alimentación.

En el ejemplo representado en este caso, el porcentaje de acoplamiento crece de una línea de alimentación a la otra en el sentido entrante (de abajo hacia arriba en la figura 6). En esta figura 6, se ha representado mediante unas cruces el posicionado de cada línea de alimentación con respecto a la hendidura correspondiente. Inicialmente, para la primera hendidura desde la entrada de la guía de ondas en el sentido entrante, la cruz está alejada del centro de la hendidura. Se realiza por tanto un débil acoplamiento.

A medida que se progresa en el sentido de propagación de la energía en la guía de ondas, la cruz se aproxima progresivamente al centro de la hendidura correspondiente, y el porcentaje de acoplamiento aumenta así progresivamente. A nivel de la última subred, la cruz coincide con el centro de la hendidura correspondiente y el porcentaje de acoplamiento es entonces máximo.

La disposición según la invención de la guía de ondas en oblicuo con respecto a las líneas de alimentación de las subredes, tal como se ha ilustrado en la figura 6, está además adaptada para permitir una alimentación de todos los elementos radiantes de una misma subred con la misma fase (alimentación equifase).

Los dos tipos de líneas de transmisiones (guía de ondas por una parte, línea de alimentación de subred por otra parte) poseen unos medios dieléctricos diferentes. La longitud de ondas en el sustrato de pequeñas pérdidas de la antena es del orden de 0,7 a 0,8 veces la longitud de ondas en el espacio libre. La longitud de ondas en el espacio libre es por su parte próxima a la longitud de ondas en la guía de ondas.

De manera general, con el fin de evitar la subida de los lóbulos secundarios potencialmente importantes en el diagrama de radiación de la antena, es importante vigilar que la separación entre los elementos radiantes no sobrepase de aproximadamente 0,8 la longitud de onda en el espacio libre.

En el caso de una subred lineal alimentada por una línea microcinta, dicha línea, que es 0,8 la longitud de onda en el vacío entre dos elementos radiantes, posee una longitud eléctrica de una longitud de onda en el dieléctrico entre dos elementos radiantes, que permite la alimentación de todos los elementos con la misma fase.

Así, en el marco de la invención, como la longitud de ondas en la guía es muy parecida a la del vacío, el posicionado de la guía de ondas en oblicuo con respecto a las líneas de alimentación de las subredes permite llegar a una separación de una longitud de ondas en el vacío, y por consiguiente una alimentación equifase entre las subredes, dejando al mismo tiempo una separación vertical entre las líneas de las subredes de aproximadamente 0,8 la longitud de ondas.

Se observará que el posicionado en oblicuo es ventajoso además porque permite mecanizar el cuerpo de la guía de ondas de manera que se practiquen unas hendiduras oblicuas (las líneas de alimentación serán entonces perpendiculares a las hendiduras, como está esquemáticamente ilustrado en la figura 5a), lo cual permite obtener una distribución óptima de las corrientes sobre las hendiduras, procedentes de los modos de propagación de los campos electromagnéticos en el interior de la guía de ondas.

Una aplicación que se hará del sistema de antena según la invención se refiere a las transmisiones en la banda de 22,1 a 23,1 GHz, pero la invención no está evidentemente limitada en modo alguno a esta gama particular de frecuencias.

5

REIVINDICACIONES

1. Sistema de antena plana (10) que comprende por lo menos una subred de elementos radiantes (a_1 - a_4) dispuesta sobre una cara de un sustrato superpuesto a un plano de masa (5), estando cada subred constituida por una pluralidad de elementos radiantes (3) aptos para ser alimentados por una línea de alimentación de subred (b_1 - b_4) a la cual están conectados, estando una hendidura (F_1 - F_4) practicada en el plano de masa (5) frente a cada línea de alimentación de subred (b_1 - b_4), comprendiendo el sistema además una línea de transmisión de energía (G) dispuesta con respecto al plano de masa de manera que se realice un acoplamiento electromagnético por hendidura entre dicha línea de transmisión de energía y cada una de las líneas de alimentación de subred, estando el sistema caracterizado porque la línea de transmisión de energía está dispuesta para extenderse en oblicuo con respecto a las líneas de alimentación de subredes.
2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque la línea transmisión de energía es una guía de ondas rectangular (G) de la cual una cara está aplicada contra el plano de masa (5), y porque unas hendiduras de radiación de onda están practicadas en dicha cara de la guía de ondas de manera que las hendiduras del plano de masa y las hendiduras de la guía de ondas estén superpuestas.
3. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque la línea de transmisión de energía es una guía de ondas que tiene una forma de U en sección, y porque dicha guía de ondas está dispuesta de manera que el plano de masa (5) cierre el espacio de la guía de ondas.
4. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque la línea de transmisión de energía es una línea triplaca que comprende una línea conductora intercalada entre dos planos de masa de línea triplaca, estando unas hendiduras de radiación de onda practicadas en aquél de los planos de masa de línea triplaca que está aplicado contra dicho plano de masa de manera que las hendiduras del plano de masa (5) y las hendiduras de la línea triplaca estén superpuestas.
5. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque la línea de transmisión de energía es una línea triplaca que comprende una línea conductora intercalada entre dos planos de masa de línea triplaca, y porque uno de los planos de masa de la línea triplaca está confundido con dicho plano de masa (5).
6. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende una pluralidad de subredes lineales paralelas entre sí, y porque las hendiduras (F_1 - F_4) practicadas en el plano de masa (5) están posicionadas verticalmente a las líneas de alimentación.
7. Sistema según la reivindicación anterior, en combinación con la reivindicación 2 o 4, caracterizado porque las hendiduras practicadas en la línea de transmisión son unas entallas practicadas en oblicuo en la longitud de la línea de transmisión.
8. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el posicionado de cada línea de alimentación con respecto a la hendidura correspondiente se realiza de manera que se controle el porcentaje de acoplamiento entre la línea de transmisión elegida y dicha línea de alimentación.
9. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cada línea de alimentación de subred (b_1 - b_4) comprende unos medios de ponderación de las amplitudes de radiación de los elementos radiantes (3) de la subred.
10. Sistema según la reivindicación anterior, caracterizado porque los medios de ponderación comprenden unos transformadores de impedancia (T) intercalados entre los elementos radiantes (3).
11. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se pondera el tamaño de los elementos radiantes (3) de una subred (b_1 - b_4) de manera que se realice una ponderación de las amplitudes de radiación de dichos elementos radiantes.
12. Sistema según la reivindicación anterior, caracterizado porque la ponderación del tamaño de un elemento radiante en forma de una superficie conductora consiste en traducir una de las dimensiones características de dicha superficie.
13. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la línea de alimentación de una subred de elementos radiantes es una línea microcinta.

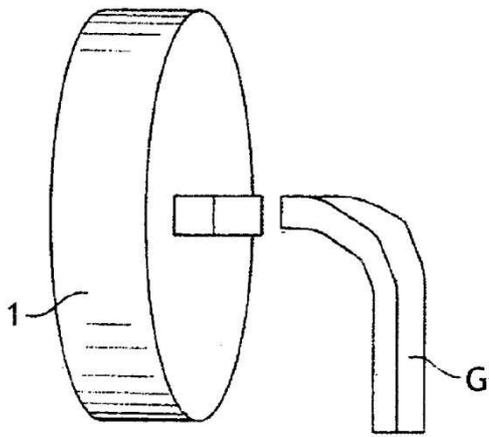


FIG.1a

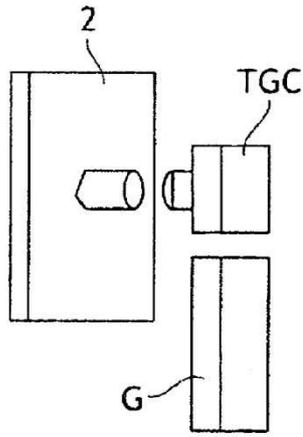


FIG.1b

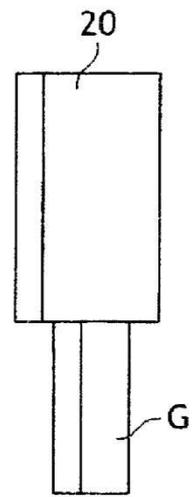


FIG.1c

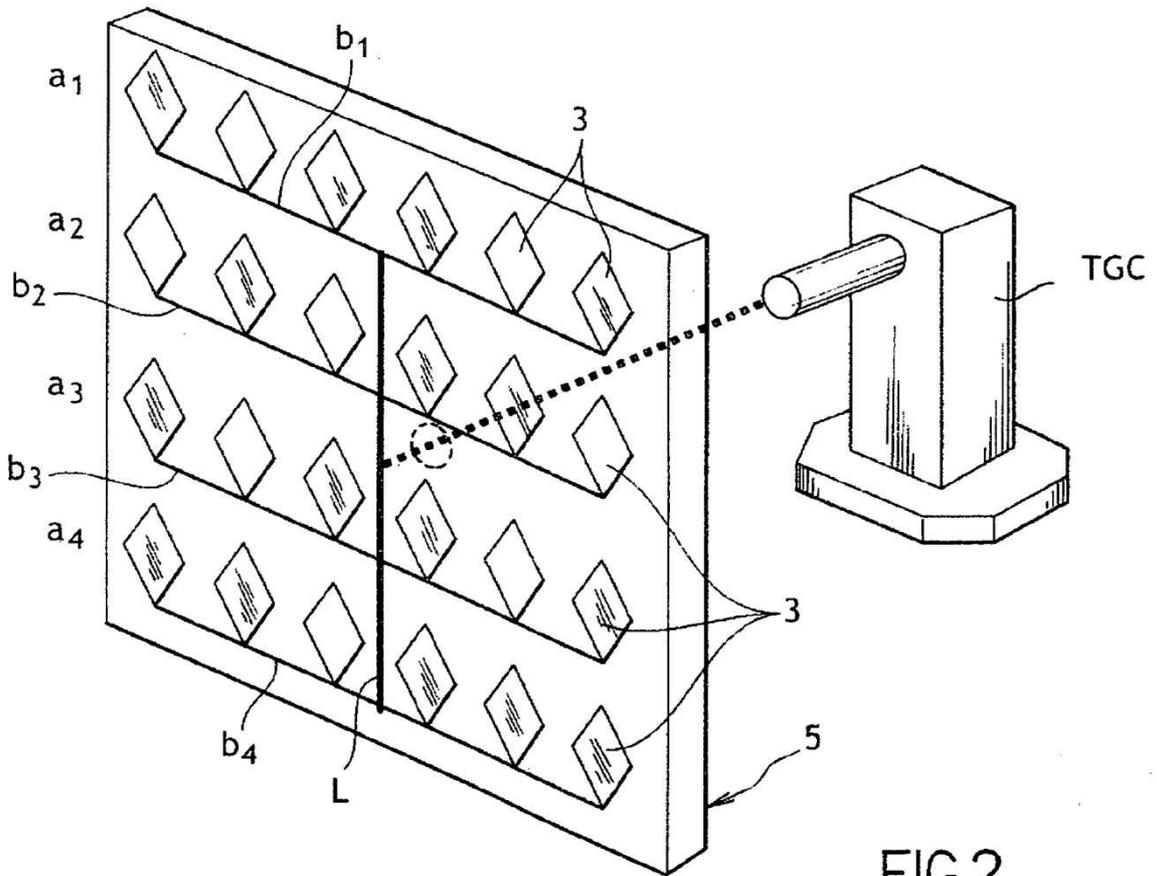


FIG.2

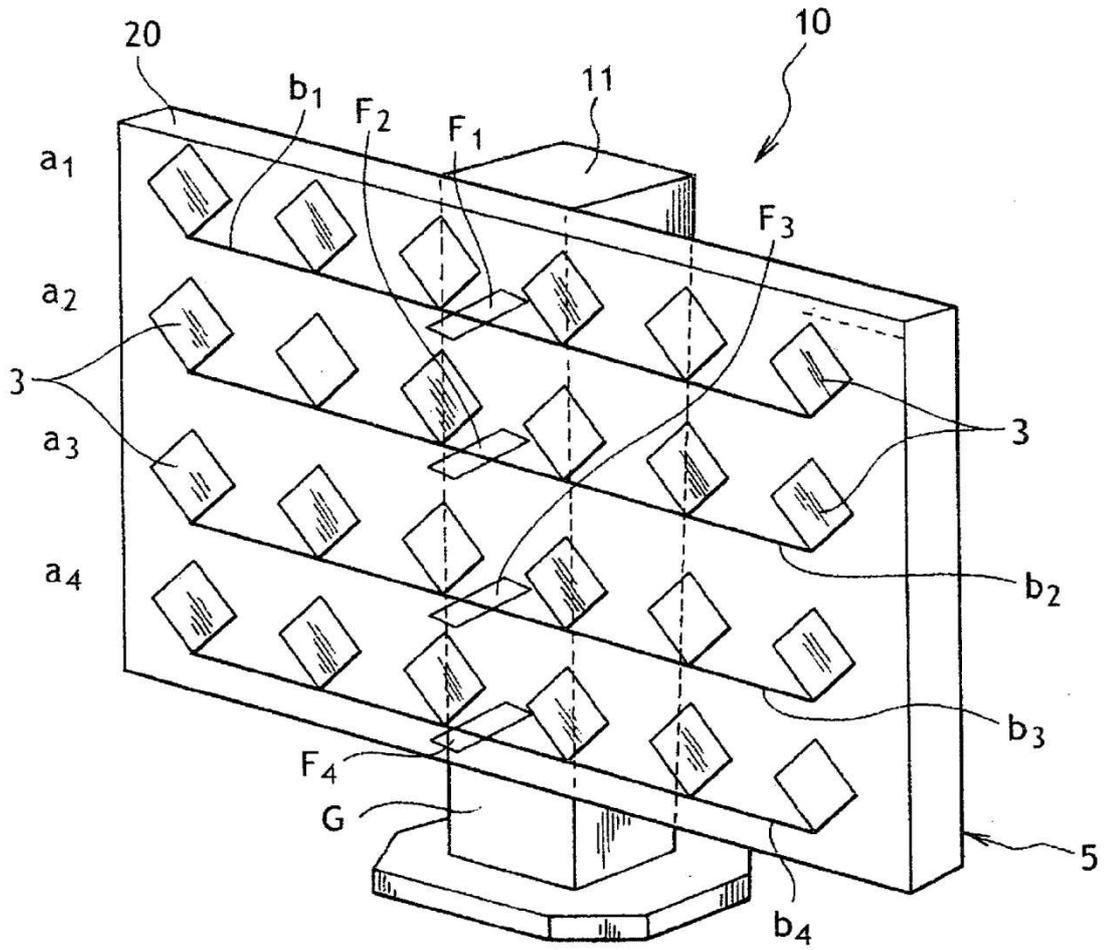


FIG. 3

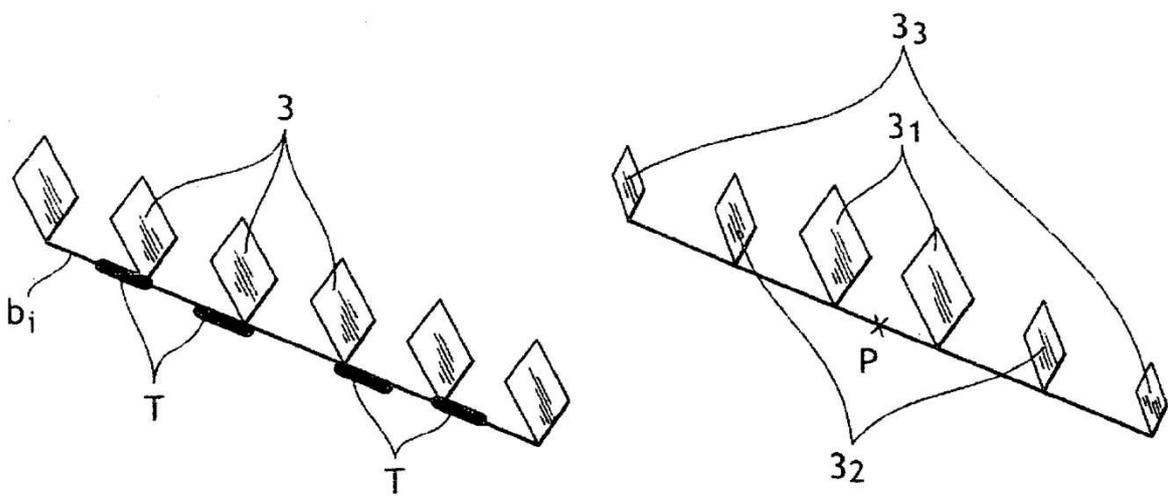


FIG. 4a

FIG. 4b

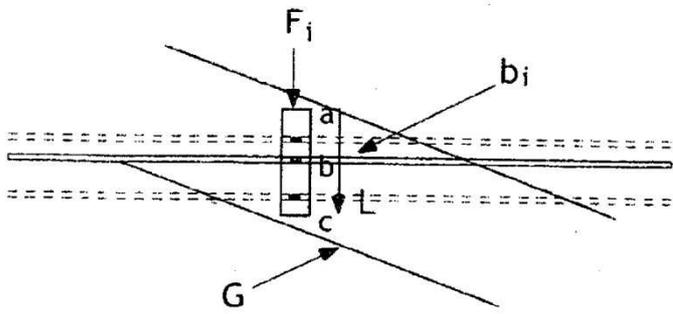


FIG. 5a

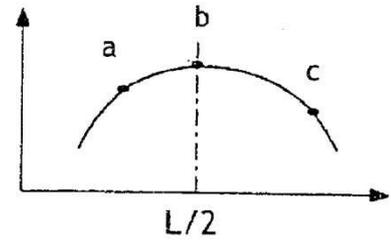


FIG. 5b

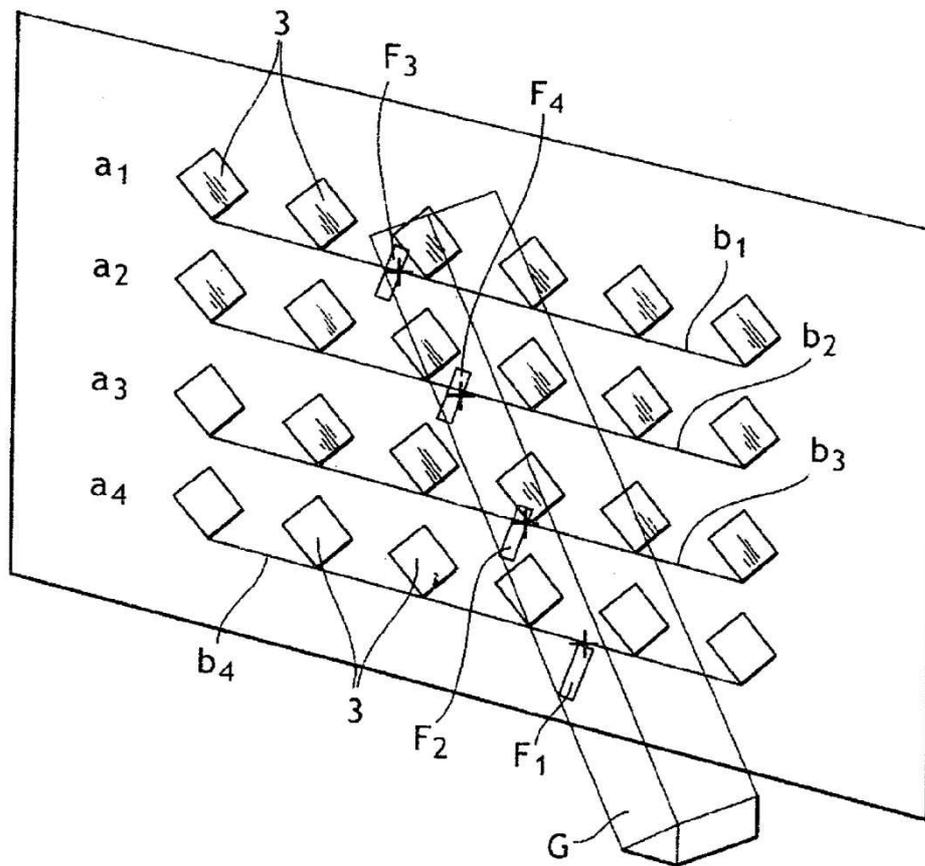


FIG. 6