

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 284**

51 Int. Cl.:

H01Q 25/00 (2006.01)

H01P 1/213 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2013** **E 13176693 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016** **EP 2688138**

54 Título: **Antena y sistema de antenas de haces múltiples que incluye unas fuentes compactas y sistema de telecomunicación por satélite que incluye al menos una antena de este tipo**

30 Prioridad:

20.07.2012 FR 1202060

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

24.02.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BOSSHARD, PIERRE;
LEPELTIER, PHILIPPE;
PRESSENSE, JUDICAËL y
CHARRAT, BERNARD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 603 284 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 y sistema de antenas de haces múltiples que incluye unas fuentes compactas y sistema de telecomunicación por satélite que incluye al menos una antena de este tipo

5 La presente invención se refiere a una antena y un sistema de antenas de haces múltiples con varias fuentes por haz MFPB (en inglés Multiple Feed Per Beam Antenna) que incluye unas fuentes compactas y a un sistema de telecomunicación por satélite que incluye al menos una antena de este tipo. Se aplica, en concreto, al ámbito de las telecomunicaciones por satélite y, en particular, a la optimización de los recursos de un satélite por reutilización de frecuencia en un esquema denominado de cuatro colores.

10 Las antenas de haces múltiples consideradas están compuestas por al menos un reflector, por ejemplo, un paraboloide asimétrico con alimentación defasada con respecto a los haces radiados llamado paraboloide offset y por una red de fuentes primarias colocadas en el foco del reflector. Cada fuente primaria está constituida por un elemento radiante, por ejemplo, de tipo bocina o de cualquier otro tipo conocido y por una cadena de radiofrecuencia RF que alimenta al elemento radiante.

15 En el caso tradicional, la cadena de radiofrecuencia incluye dos puertos de salida y a cada fuente de la red focal corresponde un haz fino radiado por la antena y una zona de cobertura en tierra llamada punto. Es posible obtener una radiación de la antena por haces múltiples si los haces elementales están desacoplados unos con respecto a otros, pudiendo el desacoplamiento ser espacial u obtenerse por la utilización de polarizaciones ortogonales o de frecuencias diferentes entre dos haces adyacentes. Las leyes geométricas permiten proyectar las coberturas terrestres deseadas en el plano focal de la antena y posicionar correctamente el centro de fase de cada fuente primaria que corresponde a cada punto. Cuando la cobertura está compuesta por puntos regularmente dispuestos en tierra, la separación entre dos puntos adyacentes impone directamente el espacio que separa dos fuentes adyacentes en el plano focal.

Se conoce por el documento europeo EP0224917 la realización de una fuente con cuatro puertos de salida utilizando un diplexor asociado a un polarizador.

25 La elaboración de un gran número de haces finos contiguos implica la realización de una antena que incluye un gran número de elementos radiantes elementales, colocados en el plano focal de un reflector parabólico como se describe en el documento de los Estados Unidos US 6157811. En el caso de una antena tradicional en configuración SFPB (en inglés: Single Feed Per Beam) que corresponde a una fuente por haz, el volumen asignado para la colocación de una cadena de radiofrecuencia RF encargada de asegurar las funciones de emisión y de recepción en bipolarización circular está acotado por la superficie que radia de un elemento radiante.

30 En esta configuración donde cada fuente, constituida por un elemento radiante acoplado a una cadena de radiofrecuencia que incluye un puerto de emisión y un puerto de recepción, elabora un haz, cada haz formado se emite, por ejemplo, por una bocina dedicada que constituye el elemento radiante elemental y la cadena de radiofrecuencia realiza, para cada haz, las funciones de emisión/recepción en monopolarización en una banda de frecuencias elegida en función de las necesidades de los usuarios. Para obtener una buena eficacia de radiación de los puntos, las bocinas de las redes radiantes deben disfrutar de un espacio suficiente que les permita ser lo suficientemente directivas con el fin de iluminar el borde de los reflectores con unos niveles lo suficientemente bajos y, de esta manera, permitir que se limiten las pérdidas por desbordamiento (en inglés: spill over). Estando los puntos entrelazados, el espacio entre dos fuentes de una antena puede no ser compatible con las dimensiones físicas de las bocinas para alcanzar los rendimientos de radiofrecuencia deseados. Por ejemplo, este es el caso para unos tamaños de puntos inferiores a 1° . Para resolver este problema, se elige por lo general la utilización de tres o cuatro antenas diferentes que realizan cada una un tercio, o respectivamente un cuarto de la cobertura. De esta manera, dos puntos adyacentes de la cobertura no los realiza la misma antena. Cuando no hay limitación de habilitación de la red de antenas, esta configuración permite por lo general la obtención de unos rendimientos de antenas muy eficaces. Sin embargo, cuando el diámetro de los haces disminuye, las limitaciones geométricas aumentan y no es posible tener un espacio suficiente para implantar cada bocina a pesar de la compartición de la cobertura en tres o cuatro antenas. Para unos puntos muy finos de tamaño comprendido entre $0,2^\circ$ y $0,4^\circ$, el espacio asignado a cada fuente de la red focal se vuelve muy escaso y el reflector se ve por cada fuente de la red focal bajo un ángulo subtendido que no permite que las fuentes produzcan la directividad suficiente para evitar las pérdidas por desbordamiento.

Una segunda configuración de antena que permite elaborar un gran número de haces finos contiguos es la utilización de un sistema de dos antenas en configuración MFPB (en inglés: Multiple Feed Per Beam) que utiliza varias fuentes por haz. Por lo general, la primera antena Tx funciona en la emisión, la segunda antena Rx funciona en la recepción y para cada antena, cada haz se forma combinando las señales procedentes de varias fuentes elementales adyacentes, reutilizándose algunas de estas fuentes para elaborar unos haces contiguos. Una eficacia de radiación satisfactoria se obtiene gracias a la reutilización de las fuentes que participan en la formación de varios haces, lo que permite el aumento de la superficie que radia asignada a cada haz y la disminución de las pérdidas por desbordamiento. Cuando las fuentes están compartidas entre varios haces de misma frecuencia y de misma polarización, es posible la creación de una condición de independencia entre los haces que comparten unos

- elementos radiantes imponiendo la formación de leyes denominadas ortogonales. La ortogonalidad se realiza utilizando unos acopladores directivos que aíslan de dos en dos los circuitos de distribución de una red de formación de haces BFN (en inglés: Beam Forming Network) que comparten los mismos elementos radiantes. Sin embargo, las limitaciones de ortogonalidad provocan una deformación de los diagramas de radiación de las antenas y un aumento de las pérdidas óhmicas de los circuitos de recombinación relacionado con la complejidad de los circuitos de distribución. Las pérdidas acumuladas a menudo son importantes, es decir, de alrededor de 1 dB. Además, es necesario limitar la complejidad de los formadores de haz a una tasa de reutilización de dos elementos radiantes por punto. Esto lleva a separar físicamente los circuitos de combinación de dos haces adyacentes en una distancia que corresponde a dos elementos radiantes adyacentes. Para unos puntos que tienen una separación angular comprendida entre $0,2^\circ$ y $0,3^\circ$, la longitud focal aparente puede ser muy importante, por ejemplo, de alrededor de 10 metros. Finalmente, la reutilización de las fuentes durante la elaboración de dos haces adyacentes presente unos inconvenientes mayores relacionados con el espacio necesario de los circuitos de combinación, con la masa del formador de haz y con la complejidad de la formación de las leyes de amplitud y de fase de cada antena. De hecho, para una reutilización de dos fuentes por polarización, el número de cadenas de radiofrecuencia RF elementales aumenta en un factor superior a cuatro con el número de puntos a formar. De esta manera, para 100 puntos, hace falta un número de cadenas de radiofrecuencia RF superior a 400 elementos radiantes, lo que necesita una superficie en el plano focal de alrededor de 500 mm*500 mm. Entonces, la masa y el volumen del formador de haces se vuelven imposibles de gestionar.
- La finalidad de la invención es la realización de una nueva antena de haces múltiples en configuración MFPB que incluye una red constituida por fuentes compactas, no incluyendo la antena los inconvenientes de las antenas existentes, permitiendo librarse de la utilización de BFN ortogonales para la elaboración de haces adyacentes y permitiendo la obtención de un gran número de haces finos contiguos que tienen una abertura angular comprendida entre $0,2^\circ$ y $0,4^\circ$, con un buen recubrimiento de las zonas de cobertura en tierra, llamadas puntos, que corresponden a cada haz.
- Para ello, la invención se refiere a una antena de haces múltiples con varias fuentes por haz que incluye al menos un reflector y una red de varias fuentes que iluminan el reflector, estando las fuentes asociadas en varios grupos defasados unos con respecto a otros según dos direcciones X, Y de un plano colocado en el foco del reflector, incluyendo cada grupo un mismo número de fuentes, como se define en la reivindicación 1. Cada fuente incluye un polarizador enlazado a un elemento radiante y dos diplexores respectivamente integrados en dos vías de salida del polarizador, incluyendo cada diplexor dos puertos de salida, formando los cuatro puertos de salida de los dos diplexores cuatro puertos de la fuente, funcionando los cuatro puertos en cuatro colores diferentes, estando definido cada color por un par de valores de frecuencia y de polarización. Todas las fuentes que pertenecen a un mismo grupo incluyen unos primeros puertos que tienen un mismo primer color, o unos segundos puertos que tienen un mismo segundo color, enlazados juntos para formar un primer haz y unos terceros puertos que tienen un mismo tercer color, o unos cuartos puertos que tienen un mismo cuarto color, enlazados juntos para formar un segundo haz.
- Ventajosamente, los grupos están regularmente espaciados en un primer paso L1 según la dirección X y en un segundo paso L2 según la dirección Y, correspondiendo los pasos L1 y L2 a una o varias fuentes, compartiendo dos grupos adyacentes según la dirección X al menos una fuente en común.
- Ventajosamente, dos grupos adyacentes según la dirección Y no comparten ninguna fuente en común.
- Ventajosamente, la antena incluye, para cada grupo de fuentes, unos circuitos de distribución que enlazan todas las fuentes de un mismo grupo entre sí, según las direcciones X e Y, estando los enlaces realizados entre los primeros puertos que tienen un mismo primer color y entre los terceros puertos que tienen un mismo tercer color o entre los segundos puertos que tienen un mismo segundo color y entre los cuartos puertos que tienen un mismo cuarto color.
- Ventajosamente, cada haz está formado por unos circuitos de distribución dedicados a este haz e independientes de los circuitos de distribución dedicados a la formación de cualquier otro haz.
- Según un modo de realización particular, las fuentes pueden estar asociadas en grupo de cuatro fuentes adyacentes según las direcciones X e Y y dos grupos consecutivos pueden estar espaciados en un primer paso L1 que corresponde a una fuente según la dirección X y en un segundo paso L2 que corresponde a dos fuentes según la dirección Y. En este caso, para cada grupo de cuatro fuentes adyacentes, los primeros puertos, o los segundos puertos, están enlazados de dos en dos según la dirección X por un primer nivel de circuitos de distribución, después enlazados de dos en dos según la dirección Y por un segundo nivel de circuitos de distribución y los terceros puertos, o los cuartos puertos, están enlazados de dos en dos según la dirección X por un primer nivel de circuitos de distribución, después enlazados de dos en dos según la dirección Y por un segundo nivel de circuitos de distribución.
- Ventajosamente, dos grupos adyacentes espaciados en el primer paso L1 según la dirección X pueden incluir dos fuentes en común y, en este caso, para el primero de los dos grupos adyacentes, los primeros puertos de las fuentes del primer grupo, respectivamente los terceros puertos de las fuentes del primer grupo, están enlazados de cuatro en cuatro según las direcciones X e Y y para el segundo de los dos grupos adyacentes, los segundos puertos de las fuentes del segundo grupo, respectivamente los cuartos puertos de las fuentes del segundo grupo, están enlazados

de cuatro en cuatro según las direcciones X e Y.

La invención también se refiere a un sistema de dos antenas de haces múltiples con varias fuentes por haz, funcionando la primera antena en la emisión y funcionando la segunda antena en la recepción.

5 Finalmente, la invención se refiere a un sistema de telecomunicación por satélite que incluye al menos una antena de haces múltiples con varias fuentes por haz de este tipo.

Otras particularidades y ventajas de la invención se mostrarán de manera clara en la continuación de la descripción dada a título de ejemplo puramente ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que representan:

- 10 - figura 1: un esquema en corte longitudinal de un ejemplo de fuente de radiofrecuencia compacta con cuatro puertos que corresponden a cuatro colores diferentes, según la invención;
- figuras 2a y 2b: dos esquemas, respectivamente en perspectiva y en corte, de un ejemplo de antena de haces múltiples en configuración MFPB, según la invención;
- figura 3: un esquema de un ejemplo de cobertura en tierra realizada por una antena de haces múltiples, según la invención;
- 15 - figura 4a: un esquema de un ejemplo de agrupamiento de las fuentes de la red radiante en grupos de siete, participando cada grupo en la elaboración de un haz, según la invención;
- figura 4b: un esquema de un ejemplo de agrupamiento de las fuentes de la red radiante en grupos de cuatro, no estando las fuentes representadas para simplificar el esquema, participando cada grupo en la elaboración de un haz, según la invención;
- 20 - figura 5: un esquema que ilustra un primer nivel de combinación de los puertos de las fuentes de una antena, según la invención;
- figura 6: un esquema que ilustra un segundo nivel de combinación de los puertos de las fuentes de una antena, según la invención.

La figura 1 representa un esquema en corte longitudinal de un ejemplo de fuente de radiofrecuencia compacta con 25 cuatro puertos que corresponden a cuatro colores diferentes, según la invención. La fuente 10 está constituida por un elemento 11 radiante, por ejemplo, de tipo bocina y por una cadena de radiofrecuencia conectada a la bocina 11. La cadena de radiofrecuencia incluye un polarizador 12 conectado a la bocina 11 de la fuente 10, teniendo el polarizador 12 una primera vía 13 y una segunda vía 14 de salida con polarizaciones P1, P2 ortogonales entre sí y que funcionan en una misma banda DF de frecuencia. Las polarizaciones P1, P2 pueden ser, por ejemplo, lineales o 30 circulares. La primera vía 13 de salida del polarizador 12 está conectada a un primer diplexor 15 compacto montado en el interior de la primera vía 13 de salida del polarizador 12, incluyendo el primer diplexor 15 dos puertos 16, 17 de salida de misma polarización y desacoplados de frecuencia para funcionar en dos colores diferentes, estando un color definido por un par de valores de frecuencia y de polarización. Asimismo, la segunda vía 14 de salida del polarizador 12 está conectada a un segundo diplexor 18 compacto montado en el interior de la segunda vía 14 de 35 salida del polarizador 12, incluyendo el segundo diplexor 18 dos puertos 19, 20 de salida de misma polarización, ortogonal a la de los dos puertos 16, 17 de salida del primer diplexor y desacoplados de frecuencia para funcionar en dos colores diferentes. Los dos puertos 16, 17 de salida del primer diplexor 15 y los dos puertos 19, 20 de salida del segundo diplexor 18 forman cuatro puertos de la fuente 10 de radiofrecuencia que corresponden a cuatro colores 40 diferentes. Los cuatro puertos 16, 17, 19, 20 de la fuente 10 están integrados en una rejilla que corresponde al diámetro de la bocina 11 radiante. Ventajosamente, el primer diplexor 15 incluye dos filtros 21, 22 de banda que dividen la banda DF de frecuencia de la primera vía 13 de salida del polarizador 12 en dos subbandas DF1, DF2 de frecuencia disjuntas, de misma anchura, y centradas respectivamente en dos frecuencias F1, F2 de funcionamiento diferentes. Las dos bandas DF1, DF2 de frecuencias están transmitidas respectivamente en los dos puertos 16, 17 de salida del primer diplexor 15 que funcionan, por lo tanto, en las dos frecuencias F1, F2 diferentes. Las dos 45 subbandas DF1, DF2 de frecuencias están separadas por una banda DG de guarda para desacoplar, de frecuencia, los dos puertos 16, 17 de salida del primer diplexor 15. Por consiguiente, la banda DF de frecuencia es igual a la suma de las bandas DF1+DF2+DG.

Asimismo, el segundo diplexor 18 incluye dos filtros 23, 24 de banda centrados en las mismas frecuencias F1, F2 de funcionamiento y que filtran las mismas bandas DF1, DF2 de frecuencia que los dos filtros 21, 22 de banda del 50 primer diplexor 15. Las dos bandas DF1, DF2 de frecuencias están transmitidas respectivamente en los dos puertos 19, 20 de salida del segundo diplexor 18 que funcionan, por lo tanto, en las dos frecuencias F1, F2 diferentes y están, por lo tanto, desacoplados de frecuencia. Los dos puertos 16, 17 del primer diplexor 15 funcionan, por lo tanto, en la polarización P1 y respectivamente en las frecuencias F1 y F2 y los dos puertos 19, 20 del segundo diplexor 18 funcionan en la polarización P2 y respectivamente en las frecuencias F1 y F2. Los cuatro puertos 16, 17, 19, 20 de la fuente 10 funcionan, por lo tanto, respectivamente en cuatro colores diferentes que corresponden a los 55 siguientes cuatro pares (F1, P1), (F2, P1), (F1, P2), (F2, P2) de valores de frecuencia y de polarización y están integrados en una rejilla que corresponde al diámetro de un elemento radiante, por ejemplo, de tipo bocina. Esta fuente compacta utilizada en una antena permite librarse de las limitaciones de ortogonalidad de las leyes de formación de los haces utilizando unos circuitos de distribución independientes dedicados a cada color y, por lo tanto, a cada haz.

Las figuras 2a y 2b representan dos esquemas, respectivamente en perspectiva y en corte, de un ejemplo de antena de haces múltiples en configuración MFPB, según la invención. Son posibles diferentes configuraciones ópticas de la antena, por ejemplo, Gregoriana o Cassegrain u otra y, en concreto, la antena puede incluir uno o dos reflectores asociados a una red radiante. En las figuras 2a y 2b, la antena incluye un reflector 26 y una red 25 radiante colocada en el plano focal del reflector 26, incluyendo la red 25 radiante una pluralidad de fuentes 10 de radiofrecuencia, por ejemplo, de tipo bocina 1, organizadas según dos direcciones X e Y de un plano. Cada fuente de radiofrecuencia es una fuente compacta con cuatro puertos de colores diferentes como se describe en relación con la figura 1. La antena apunta en una dirección 27 de apuntamiento hacia una zona de cobertura en tierra elegida, por ejemplo, una región, un país, un conjunto de varios países, un continente u otro territorio. La antena puede estar dedicada ya sea a la emisión de haces 30 finos contiguos, ya sea a la recepción de haces 30 finos contiguos y permite asegurar el conjunto de la cobertura deseada, en emisión o en recepción, en dos dimensiones U, V del espacio. Una sola antena, que funciona, por ejemplo, en emisión permite asegurar una cobertura completa según las dos dimensiones U y V del espacio. Para realizar las funciones de emisión y de recepción, es necesaria la utilización de un sistema de dos antenas en configuración MFPB, funcionando una primera antena en la emisión y funcionando una segunda antena en la recepción.

A título de ejemplo no limitativo, la figura 3 ilustra un ejemplo de cobertura realizada por la antena, según la invención. Esta figura muestra que según las direcciones U y V del espacio, los puntos 1 realizados en tierra por la antena se tocan con un ligero recubrimiento entre dos puntos 1 adyacentes y no presentan ningún agujero de cobertura. Cada haz 30 emitido o recibido por la antena, que corresponde a un punto 1 en tierra, está formado por combinación de las señales procedentes de un grupo de varias fuentes 10 adyacentes, por ejemplo, cuatro o siete fuentes adyacentes, dispuestas en matriz 2*2. Dos grupos consecutivos adyacentes comparten al menos una fuente en común y cada fuente participa, por lo tanto, en la elaboración de varios haces. En la figura 2b, las fuentes 10 están agrupadas en siete, estando dos grupos 28, 29 adyacentes defasados en un paso L que corresponde a una fuente y comparten cuatro fuentes en común. La figura 4a ilustra un segundo ejemplo de agrupamiento de las fuentes 10 de la red radiante en grupos 31, 32, 33 de siete fuentes 10, formando cada grupo un haz, estando dos grupos 31, 32 adyacentes defasados según la dirección X en un paso L que corresponde a dos fuentes. Los dos grupos 31, 32 consecutivos adyacentes comparten una fuente 5 en común, los dos grupos 32, 33 consecutivos adyacentes comparten una fuente 6 en común.

La figura 4b ilustra un tercer ejemplo de agrupamiento de las fuentes 10 de cuatro en cuatro. Cada grupo G1, G2, G3, G4,..., GN está constituido por cuatro fuentes 10, no representadas en la figura 4b para simplificar el esquema, estando los dos grupos G1, G2 adyacentes defasados en un primer paso L1 que corresponde al espacio necesario de una fuente según la primera dirección X de la antena y estando los dos grupos G1, G3 adyacentes defasados en un segundo paso L2 que corresponde al espacio necesario de dos fuentes 10 según la segunda dirección Y de la antena. En el ejemplo de la figura 4b, el paso L1 es igual al diámetro D de una fuente 10 de radiofrecuencia y el paso L2 es igual al diámetro 2D de dos fuentes de radiofrecuencia. De esta manera, según la dirección X, los dos grupos G1, G2 de cuatro fuentes de radiofrecuencia que participan en la formación de haces adyacentes comparten dos fuentes en común, mientras que según la dirección Y, los dos grupos G1, G3 de cuatro fuentes de radiofrecuencia que participan en la formación de haces adyacentes no incluyen ninguna fuente en común. En este ejemplo de realización de la invención, la compartición de las fuentes de radiofrecuencia entre dos grupos adyacentes solo está realizada, por lo tanto, en una sola dirección X de la antena. Son posibles otros modos de agrupamiento de las fuentes. Asimismo, el número de fuentes en compartición puede ser diferente según las direcciones X e Y.

Los haces formados por la antena están elaborados por un formador de haces que incluye unos circuitos de distribuciones que enlazan, para cada grupo de fuentes, los puertos que tienen un mismo primer color, es decir, la misma frecuencia y la misma polarización, para formar un primer haz y los puertos que tienen un mismo tercer color para formar un segundo haz. Por lo tanto, cada grupo de fuentes participa en la formación de dos haces diferentes. De esta manera, para cada grupo de fuentes de radiofrecuencia, el dispositivo de formación de haces incluye unos circuitos C1 a C4, D1, D2 de distribución, repartidos en dos niveles, estando cada haz formado por unos circuitos de distribución dedicados. Los circuitos de distribución dedicados a la formación de haces diferentes son independientes de los circuitos de distribución dedicados a la formación de cualquier otro haz. Los circuitos de distribución de cada nivel solo incluyen unas guías de onda que funcionan ya sea como combinadores de señales ya sea como divisores de señales según que la antena sea una antena de emisión o una antena de recepción. No es necesario ningún acoplador. Un ejemplo de primer nivel de distribución se representa en la figura 5. En este ejemplo, el primer nivel de distribución incluye, para cada grupo de cuatro fuentes de radiofrecuencia, dos primeros circuitos C1, C2 de distribución que enlazan dos fuentes 10a, 10b de radiofrecuencia adyacentes según la dirección X y dos primeros circuitos C3, C4 de distribución que enlazan dos fuentes 10c, 10d de radiofrecuencia adyacentes según la dirección X, por lo tanto cuatro primeros circuitos C1 a C4 de distribución por grupo de cuatro fuentes 10a, 10b, 10c, 10d de radiofrecuencia. Los primeros circuitos C1, C2 de distribución enlazan, de dos en dos y según la dirección X, dos primeros puertos 16a, 16b y dos terceros puertos 19a, 19b, de las dos primeras y segundas fuentes 10a, 10b adyacentes de un mismo grupo G1 de cuatro fuentes. Los dos primeros puertos 16a, 16b enlazados tienen la misma polarización P1 y la misma frecuencia F1 de funcionamiento, por lo tanto, el mismo color, los dos terceros puertos 19a, 19b enlazados tienen la misma polarización P2 y la misma frecuencia F1 de funcionamiento, por lo tanto, el mismo color. Asimismo, los primeros circuitos C3, C4 de distribución enlazan, de dos en dos y según la dirección X, dos primeros puertos 16c, 16d y dos terceros puertos 19c, 19d, de dos tercera y cuarta fuentes 10c, 10d adyacentes

del mismo grupo G1 de cuatro fuentes. Los dos primeros puertos 16c, 16d enlazados tienen la misma polarización P1 y la misma frecuencia F1 de funcionamiento, por lo tanto, el mismo color, los dos terceros puertos 19c, 19d enlazados tienen la misma polarización P2 y la misma frecuencia F1 de funcionamiento, por lo tanto, el mismo color.

Incluyendo cada fuente 10a a 10d cuatro puertos, al final de la combinación realizada entre los primeros puertos 16a, 16b, respectivamente 19a, 19b, enlazados a dos fuentes 10a, 10b adyacentes del primer grupo G1 de cuatro fuentes, las dos fuentes 10a, 10b incluyen cada una un segundo puerto 17a, 17b y un cuarto puerto 20a, 20b libres que pueden a su vez estar respectivamente enlazados, según la dirección X, a un segundo puerto y a un cuarto puerto de una fuente adyacente que pertenece a un segundo grupo G2 de cuatro fuentes defasado del primer grupo G1 en un paso L1 que corresponde a una fuente. Por ejemplo, en la figura 5, las cuatro fuentes del segundo grupo G2 son las fuentes 10b, 10'a, 10d, 10'c. Los segundos y cuartos puertos 17b y 20b de la fuente 10b están respectivamente enlazados con los segundos y cuartos puertos 17'a y 20'a de la fuente 10'a y los segundos y cuartos puertos 17d y 20d de la fuente 10d están respectivamente enlazados a los segundos y cuartos puertos 17'c y 20'c de la fuente 10'c. Los enlaces entre dos puertos respectivos de dos fuentes adyacentes están realizados de la misma forma para el conjunto de los grupos de cuatro fuentes hasta los bordes de la red radiante. Las fuentes situadas en los bordes de la red radiante de la antena solo tienen una fuente adyacente e incluyen cada una dos puertos 17a, 20a que permanecen libres.

Un ejemplo de segundo nivel de distribución se representa en la figura 6. El segundo nivel de distribución incluye unos segundos circuitos D1, D2 de distribución que enlazan respectivamente, de dos en dos y según la dirección Y, para cada grupo G1 de cuatro fuentes 10a, 10b, 10c, 10d de radiofrecuencia, por una parte, los dos primeros puertos 16a, 16b de las primera y segunda fuentes 10a, 10b enlazados según la dirección X con los dos primeros puertos 16c, 16d de las tercera y cuarta fuentes de radiofrecuencia enlazados según la dirección X y, por otra parte, los dos terceros puertos 19a, 19b de las primera y segunda fuentes 10a, 10b de radiofrecuencia enlazados según la dirección X con los dos terceros puertos 19c, 19d de las tercera y cuarta fuentes 10c, 10d de radiofrecuencia enlazados según la dirección X. La salida del distribuidor D1 es un puerto que forma un punto de frecuencia F1 y de polarización P1 y la salida del distribuidor D2 es un puerto que forma un punto de frecuencia F1 y de polarización P2. Asimismo, para cada grupo de cuatro fuentes, todos los puertos de misma frecuencia y de misma polarización enlazados de dos en dos por los primeros distribuidores de primer nivel de distribución están enlazados entre sí por un distribuidor del segundo nivel para elaborar todos los puntos de la antena.

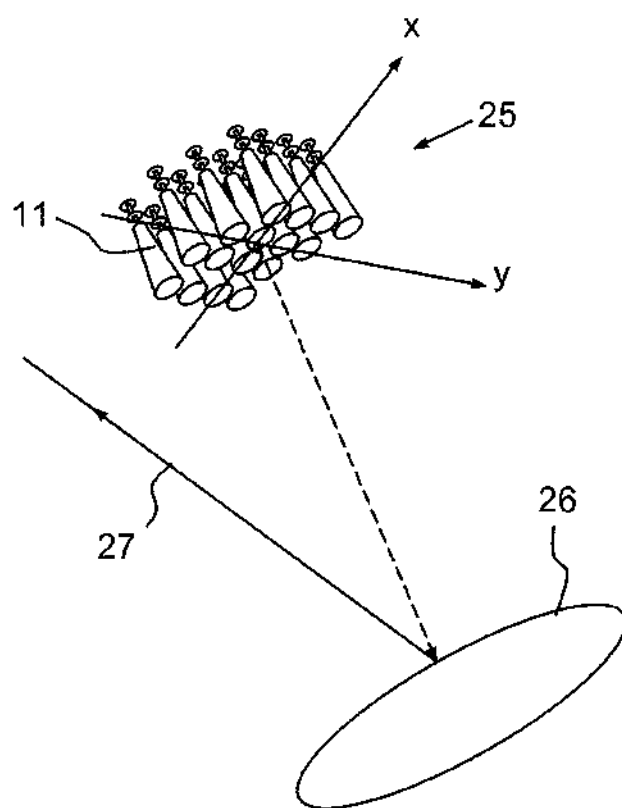
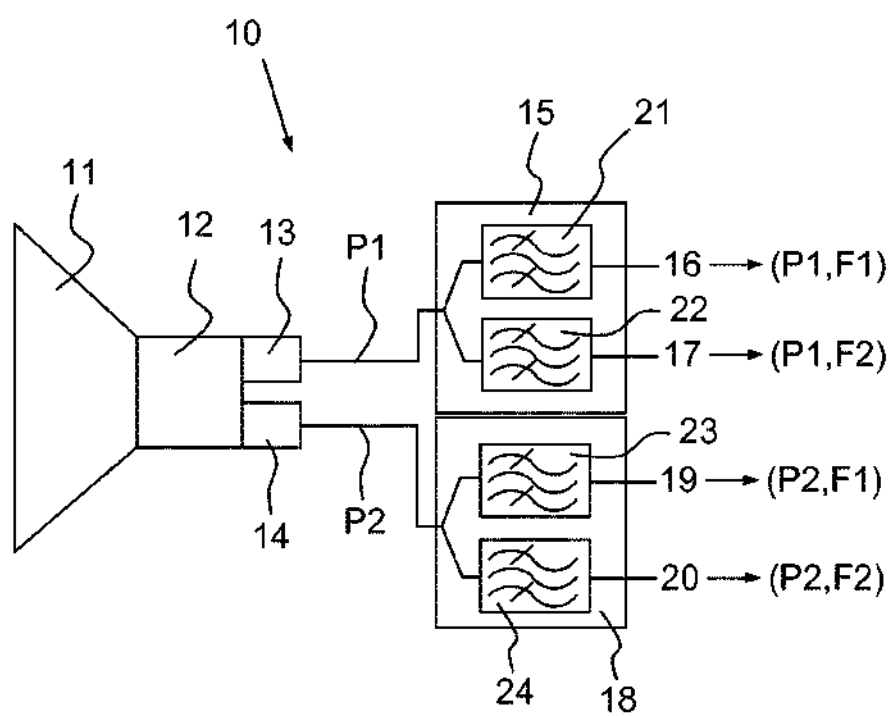
Esta configuración de antena permite el enlace juntas, de dos formas diferentes, de las fuentes de un mismo grupo, la realización, de esta manera, de dos haces adyacentes en dos colores diferentes por grupo de fuentes y, por lo tanto, la duplicación del número de haces realizados por una misma antena. Esto permite la obtención, con una sola antena, de un buen recubrimiento de los puntos correspondientes realizados en tierra. Además, la formación de cada haz está realizada de manera sencilla por unos circuitos de distribución dedicados, independientes de los circuitos de distribución utilizados para la formación de los otros haces.

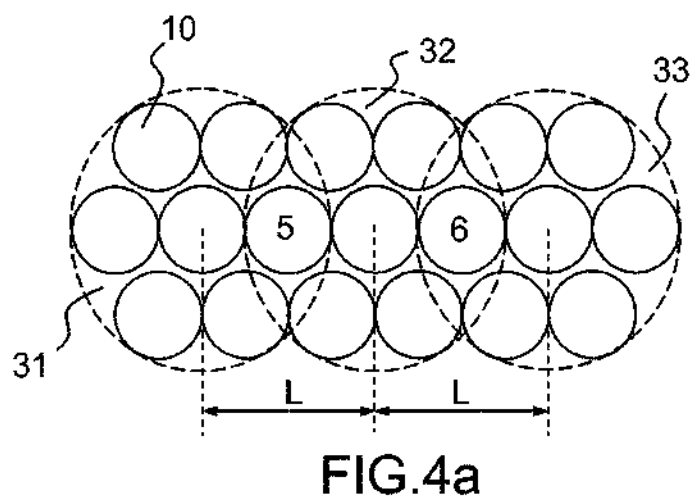
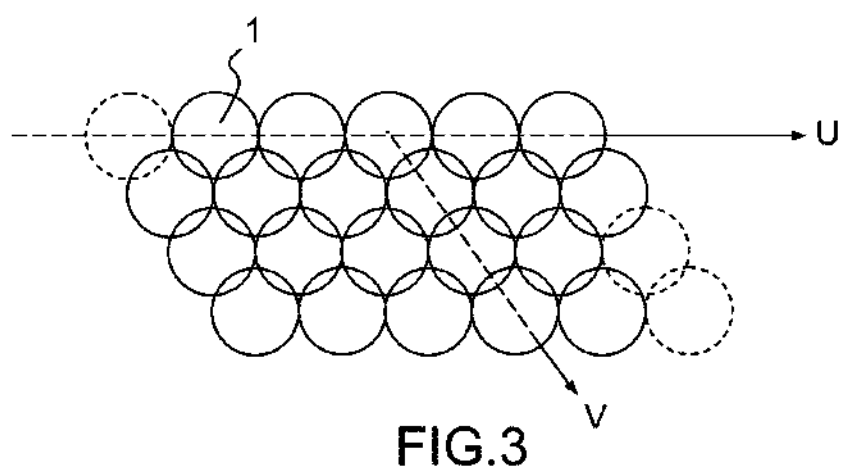
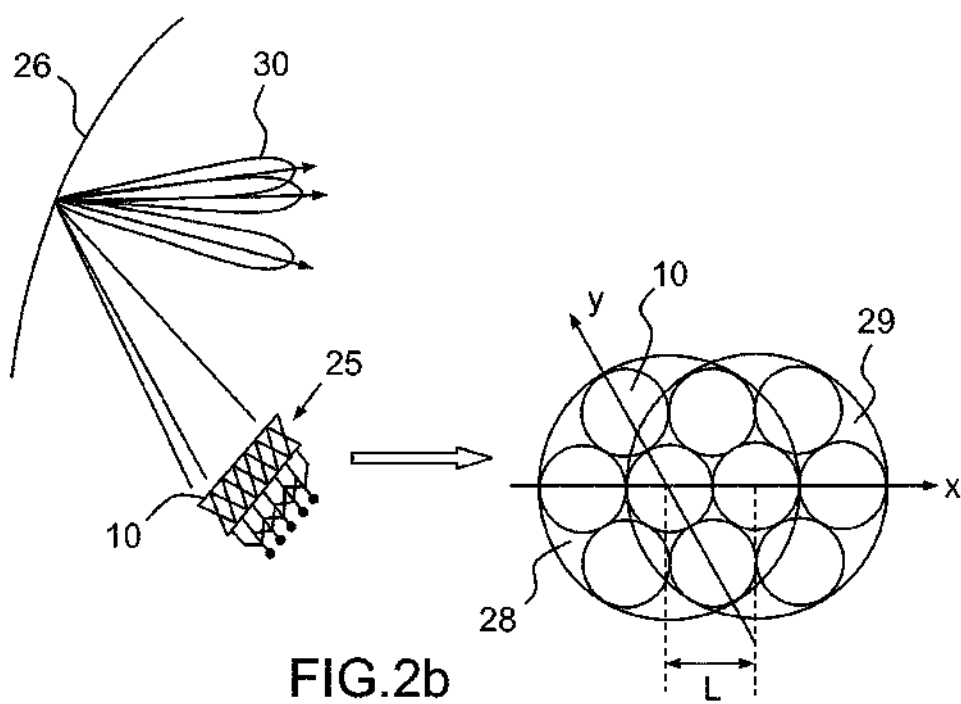
Una cobertura completa en emisión y en recepción se obtiene utilizando un sistema de dos antenas de mismas dimensiones, funcionando la primera antena en la emisión y funcionando la segunda antena en la recepción.

Aunque se haya descrito la invención en relación con unos modos de realización particulares, es más que evidente que no está limitada a ellos de ninguna manera y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones si estas entran en el marco de la invención. En particular, el número de fuentes por haz y el número de fuentes en compartición entre dos haces adyacentes puede ser diferente de lo que se describe explícitamente en los ejemplos de realización.

REIVINDICACIONES

1. Antena de haces múltiples con varias fuentes por haz que incluye al menos un reflector (26) y una red de varias fuentes (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10'a, 10'c) que iluminan el reflector (26), estando las fuentes (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10'a, 10'c) asociadas en varios grupos (G1, G2, G3,..., GN) defasados unos con respecto a otros según dos direcciones X, Y de un plano colocado en el foco del reflector, incluyendo cada grupo un mismo número de fuentes, **caracterizada porque** cada fuente (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10'a, 10'c) incluye un polarizador (12) enlazado a un elemento (11) radiante y dos diplexores (15, 18) integrados respectivamente en dos vías (13, 14) de salida del polarizador, incluyendo cada diplexor dos puertos de salida, formando los cuatro puertos de salida de los dos diplexores cuatro puertos (16, 17, 19, 20) de la fuente, funcionando los cuatro puertos en cuatro colores diferentes, estando cada color definido por un par (F1, P1), (F1, P2), (F2, P1), (F2, P2) de valores de frecuencia y de polarización y **porque** todas las fuentes que pertenecen a un mismo grupo (G1 a GN) incluyen unos primeros puertos (16) que tienen un mismo primer color (P1, F1) clonectados juntos por unos primeros circuitos (C1, C3, D1) de distribución dedicados para formar un primer haz y unos terceros puertos (19) que tienen un mismo tercer color (P2, F1) clonectados juntos por unos segundos circuitos (C2, C4, D2) de distribución dedicados para formar un segundo haz, siendo los segundo y cuarto puertos que corresponden al segundo y cuarto color de cada fuente del grupo adecuados para estar clonectados a los puertos correspondientes de las fuentes de un grupo adyacente.
2. Antena de haces múltiples según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los grupos están espaciados regularmente en un primer paso L1 según la dirección X y en un segundo paso L2 según la dirección Y, correspondiendo los pasos L1 y L2 a una o varias fuentes, compartiendo dos grupos (G1, G2) adyacentes según la dirección X al menos una fuente en común.
3. Antena de haces múltiples según la reivindicación 2, **caracterizada porque** dos grupos (G1, G3) adyacentes según la dirección Y no comparten ninguna fuente en común.
4. Antena de haces múltiples según la reivindicación 1, **caracterizada porque** incluye, para cada grupo (G1 a GN) de fuentes, unos circuitos (C1, C3, D1), (C2, C4, D2) de distribución que enlazan todas las fuentes de un mismo grupo entre sí, según las direcciones X e Y, estando los enlaces realizados entre los primeros puertos (16) que tienen un mismo primer color (P1, F1) y entre los terceros puertos (19) que tienen un mismo tercer color (P2, F1) o entre los segundos puertos (17) que tienen un mismo segundo color (P1, F2) y entre los cuartos puertos (20) que tienen un mismo cuarto color (P2, F2).
5. Antena de haces múltiples según la reivindicación 4, **caracterizada porque** cada haz está formado por unos circuitos de distribución dedicados a este haz e independientes de los circuitos de distribución dedicados a la formación de cualquier otro haz.
6. Antena de haces múltiples según la reivindicación 3, **caracterizada porque**:
 - las fuentes (10) están asociadas por grupo de cuatro fuentes (10a, 10b, 10c, 10d) adyacentes según las direcciones X e Y, estando dos grupos (G1, G2) (G1, G3) consecutivos espaciados en un primer paso L1 que corresponde a una fuente según la dirección X y en un segundo paso L2 que corresponde a dos fuentes según la dirección Y,
 - para cada grupo (G1 a GN) de cuatro fuentes (10a a 10d) adyacentes, los primeros puertos (16a a 16d), o los segundos puertos (17a a 17d), están clonectados de dos en dos según la dirección X por un primer nivel de circuitos (C1, C3) de distribución, después clonectados de dos en dos según la dirección Y por un segundo nivel de circuitos (D1) de distribución y los terceros puertos (19a a 19d), o los cuartos puertos (20a a 20d), están clonectados de dos en dos según la dirección X por un primer nivel de circuitos (C2, C4) de distribución, después clonectados de dos en dos según la dirección Y por un segundo nivel de circuitos (D2) de distribución.
7. Antena de haces múltiples según la reivindicación 6, **caracterizada porque** dos grupos (G1, G2) adyacentes espaciados en el primer paso L1 según la dirección X incluyen dos fuentes (10b, 10d) en común, **porque** para el primero (G1) de los dos grupos adyacentes, los primeros puertos (16a a 16d) de las fuentes (10a a 10d) del primer grupo (G1), respectivamente los terceros puertos (19a a 19d) de las fuentes (10a a 10d) del primer grupo (G1), están clonectados de cuatro en cuatro según las direcciones X e Y y **porque** para el segundo (G2) de los dos grupos adyacentes, los segundos puertos (17b, 17'a, 20d, 20'c) de las fuentes (10b, 10'a, 10d, 10'c) del segundo grupo (G2), respectivamente los cuartos puertos (20b, 20'a, 20d, 20'c) de las fuentes (10b, 10'a, 10d, 10'c) del segundo grupo (G2) están clonectados de cuatro en cuatro según las direcciones X e Y.
8. Sistema de antenas de emisión y de recepción de haces múltiples, **caracterizado porque** incluye una primera antena y una segunda antena de haces múltiples según una de las reivindicaciones 1 a 7, funcionando la primera antena en la emisión y funcionando la segunda antena en la recepción.
9. Sistema de telecomunicación por satélite **caracterizado porque** incluye al menos una antena de haces múltiples según una de las reivindicaciones 1 a 7.





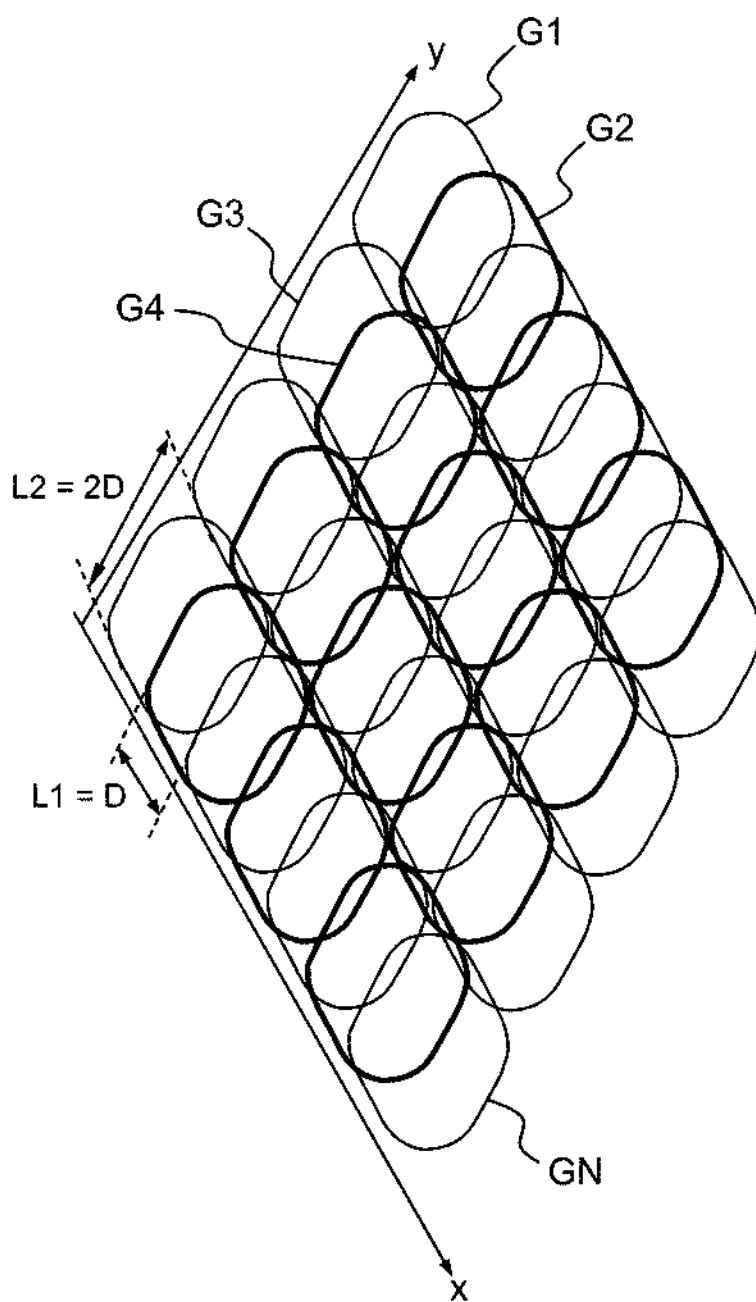


FIG.4b

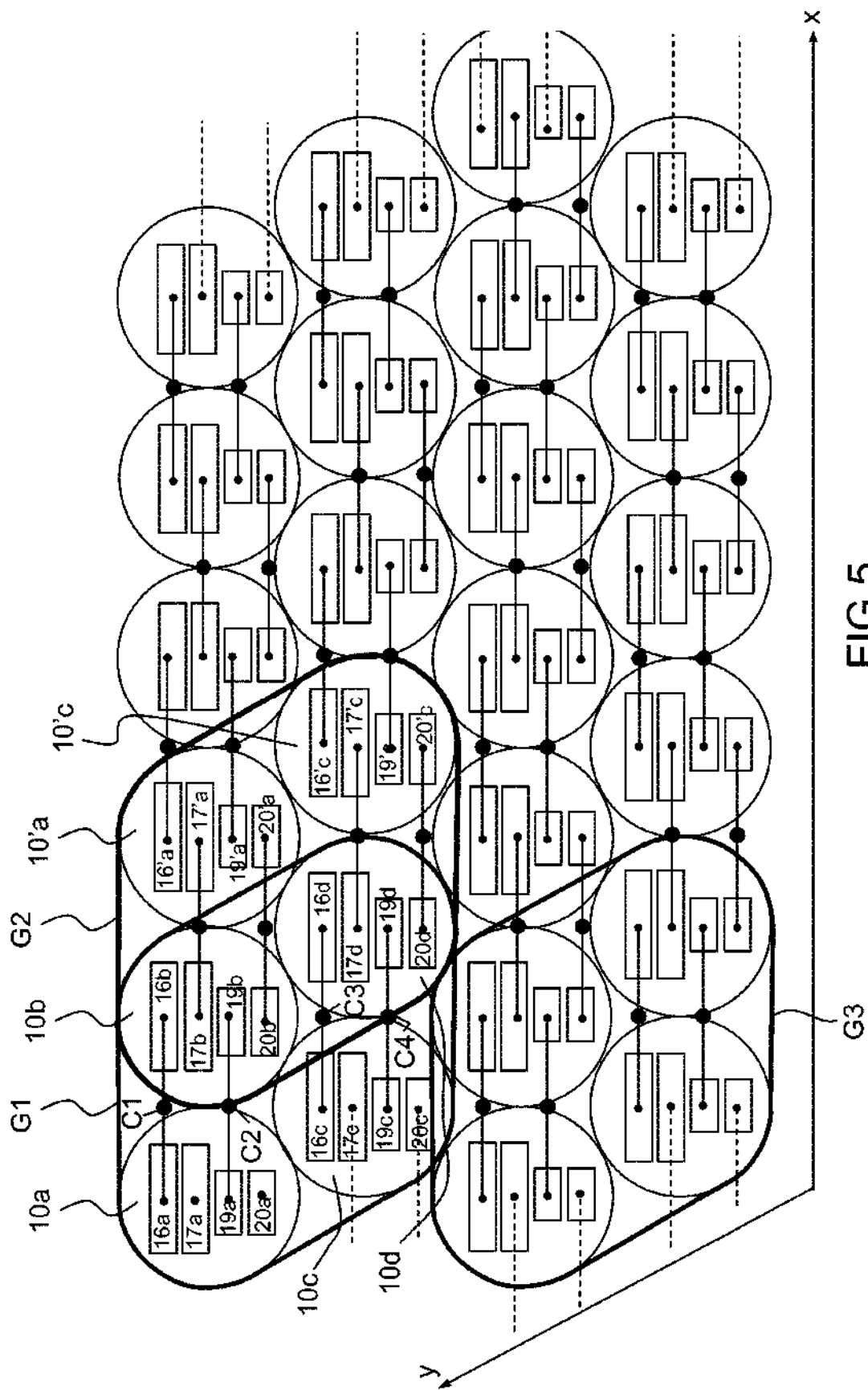


FIG.5

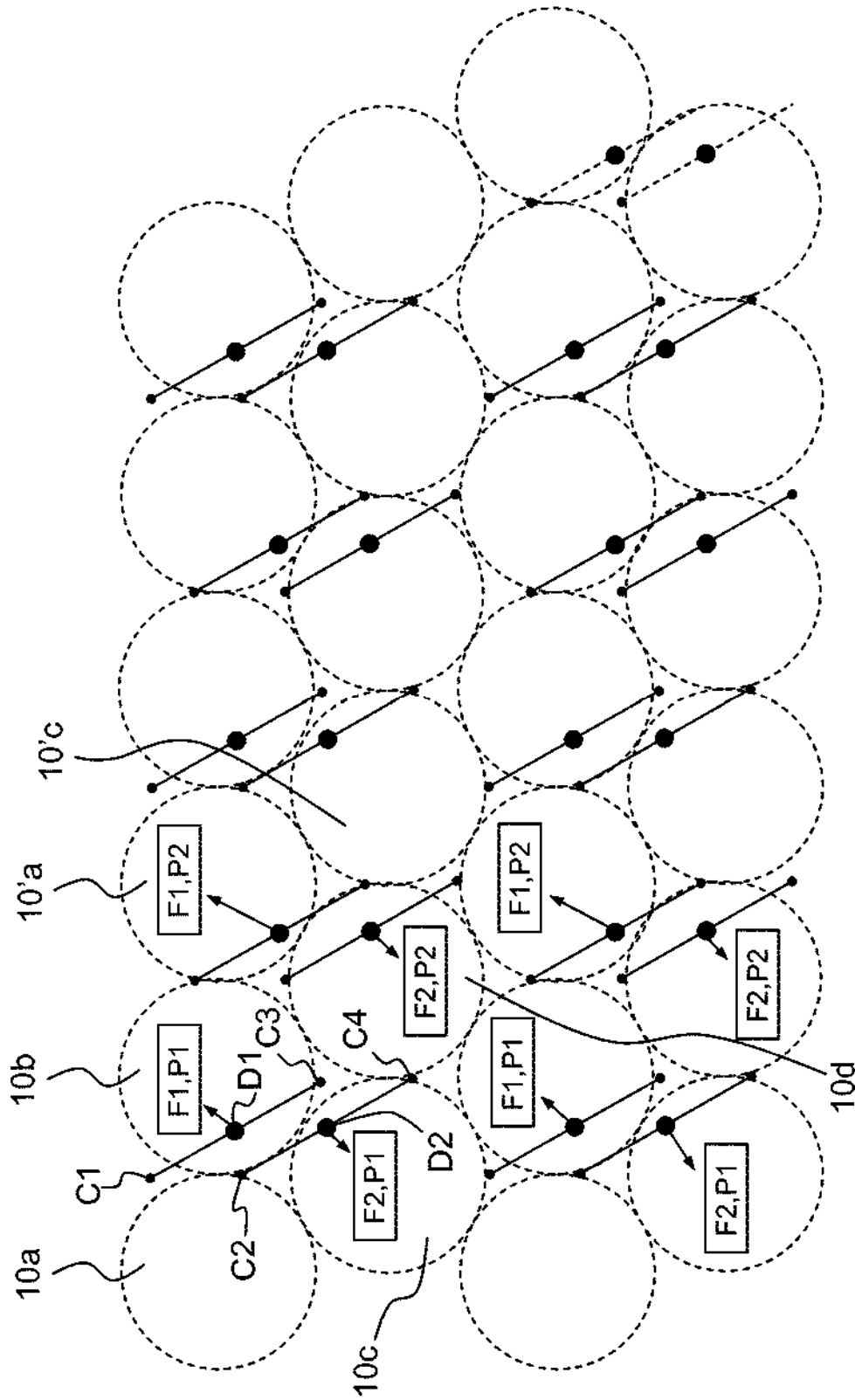


FIG.6