

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 961**

51 Int. Cl.:

H04W 16/28 (2009.01)
H01Q 1/38 (2006.01)
H01Q 5/42 (2015.01)
H01Q 21/08 (2006.01)
H01Q 1/24 (2006.01)
H01Q 21/26 (2006.01)
H04B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2014 PCT/US2014/017808**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14130877**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2014 E 14753700 (5)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 2959710**

54 Título: **Agrupación de antenas múltiple**

30 Prioridad:

22.02.2013 US 201361767964 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.11.2019

73 Titular/es:

**QUINTEL CAYMAN LIMITED (100.0%)
Walkers Corporate Limited, Cayman Corporate
Centre, 27 Hospital Road, George Town
Grand Cayman KY1-9008, KY**

72 Inventor/es:

**BARKER, DAVID EDWIN;
BAMFORD, LANCE DARREN;
SONG, PETER CHUN TECK y
PIAZZA, DAVID SAM**

74 Agente/Representante:

RIZZO , Sergio

ES 2 730 961 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

Agrupación de antenas múltiple

CAMPO DE LA INVENCION

5 **[0001]** La presente exposición se refiere generalmente a sistemas de antenas, y más específicamente a sistemas de antenas de estación base para soportar múltiples bandas espectrales.

ANTECEDENTES

10 **[0002]** Los operadores de telefonía móvil están utilizando más bandas espectrales y cada vez más espectro dentro de cada banda a fin de satisfacer las crecientes demandas de tráfico de los abonados, y para el despliegue de nuevas tecnologías de acceso radioeléctrico, en concreto la tecnología de acceso radioeléctrico Long Term Evolution (LTE) y LTE-Advanced. Por consiguiente, los emplazamientos celulares necesitan soluciones para las antenas de las estaciones base que puedan soportar múltiples bandas espectrales. La mayoría de operadores móviles que tienen múltiples bandas normalmente las agrupan en bandas espectrales de banda baja y bandas espectrales de banda alta. Por ejemplo, en Europa las bandas de 800 MHz y 900 MHz normalmente se clasifican como bandas espectrales de banda baja, mientras que las de 1800 MHz, 2100 MHz y 15 2600 MHz se clasifican normalmente como bandas espectrales de banda alta.

20 **[0003]** Las redes celulares utilizan una variedad de soluciones para las antenas y las estaciones base dependiendo del entorno físico, el entorno del canal de radio, la potencia de las radiofrecuencias (RF), la cobertura del servicio y los requisitos de capacidad. Los emplazamientos de estación base se suelen clasificar en, por ejemplo, macrocélulas, microcélulas, células pequeñas, células interiores, Sistema de Antenas Distribuidas (DAS, por sus siglas en inglés), etc. Los emplazamientos de macrocélulas están diseñados para un área de cobertura más amplia y normalmente presentan agrupaciones de antenas de paneles sectoriales con un haz directivo principal para obtener la ganancia necesaria, y que se sitúan por encima de la altura media de los edificios circundantes.

25 **[0004]** El documento de patente EP1227545B1 describe un sistema de agrupaciones de antenas monobanda entrelazadas utilizando una antena multibanda en posiciones en las que se juntan elementos de las agrupaciones de antenas entrelazadas. No obstante, en cada ejemplo, las zonas en las que las agrupaciones de antenas se superponen incluyen elementos de antena no compartidos que son exclusivos a una o a otra de las agrupaciones de antenas.

30 **[0005]** El documento de patente EP1380069B1 describe agrupaciones de antenas con doble polarización que funcionan de manera simultánea en dos bandas de frecuencia distintas. No obstante, no hay elementos de antena compartidos entre las agrupaciones. Las agrupaciones de antenas para las dos bandas se mantienen separadas.

35 **[0006]** El documento de patente FR28631106 describe una agrupación de antenas multibanda que presenta un plano de tierra, y al menos una primera fila de elementos radiantes y una segunda fila de elementos radiantes.

RESUMEN

[0007] Los aspectos de la invención se establecen en las reivindicaciones adjuntas.

40 **[0008]** En un modo de realización, la presente exposición describe un sistema de antena con al menos dos agrupaciones de antenas lineales, presentando cada una una pluralidad de elementos de antena. Cada agrupación está diseñada para transmitir y recibir señales desde distintas bandas espectrales respectivas. La primera agrupación de antenas y la segunda agrupación de antenas están dispuestas para formar una agrupación de elementos de antena lineal combinada más larga. Asimismo, al menos un elemento de antena se comparte entre la primera y la segunda agrupación de antenas. En un ejemplo, la primera agrupación de antenas está conectada a una primera red de desviación de fase y de distribución de RF para distribuir la potencia de las RF e impartir un perfil de fase a lo largo de la primera agrupación de antenas y la segunda agrupación de 45 antenas está conectada a una segunda red de desviación de fase y de distribución de RF para distribuir la potencia de las radiofrecuencias e impartir un perfil de fase a lo largo de la segunda agrupación de antenas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0009] Lo descrito en la presente exposición puede comprenderse fácilmente considerando la siguiente descripción detallada junto con las figuras adjuntas, en las que:

50 La Figura 1 representa una topología de agrupación de antenas con polarización cruzada doble, por ejemplo, para su funcionamiento en las bandas espectrales de 1710-2170 MHz y 2600 MHz, según la presente invención.

55 La Figura 2 representa una topología de agrupación de antenas con polarización cruzada doble, por ejemplo, para su funcionamiento en las bandas de 1900 MHz y de Servicios Inalámbricos Avanzados (AWS, por sus siglas en inglés), según la presente invención.

La Figura 3 representa una topología de agrupación de antenas con polarización cruzada triple, por ejemplo, para su funcionamiento en las bandas espectrales de 790-960 MHz, 1710-2170 MHz y 2600 MHz, según la presente invención.

5 La Figura 4 representa una topología de agrupación de antenas con polarización cruzada triple, por ejemplo, para su funcionamiento en las bandas espectrales de 698-894 MHz, 1900 MHz y de AWS, según la presente invención.

La Figura 5 representa una topología de agrupación de antenas con polarización cruzada triple, por ejemplo, para su funcionamiento en las bandas espectrales de 698-894 MHz, 1900 MHz y de AWS, según la presente invención.

10 La Figura 6 representa una topología de agrupación de antenas con polarización cruzada quintuple (5x), por ejemplo, para su funcionamiento en las bandas espectrales de 790-960 MHz, 1710-2170 MHz y 2600 MHz, según la presente invención; y

15 La Figura 7 representa una topología de agrupación de antenas con polarización cruzada quintuple (5x), por ejemplo, para su funcionamiento en las bandas espectrales de 790-960 MHz, 1710-2170 MHz y 2600 MHz, según la presente invención.

[0010] Con el fin de facilitar la comprensión, se han utilizado números de referencia idénticos, en la medida de lo posible, para designar elementos idénticos que son comunes en las figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 **[0011]** Los modos de realización de la presente invención ofrecen un diseño de la topología de agrupación de antenas multibanda que cubre al menos dos intervalos de bandas espectrales y proporciona una inclinación del haz independiente por banda espectral, a la vez que maximiza el rendimiento de la intermodulación pasiva entre bandas (PIM, por sus siglas en inglés), el intervalo de inclinación, y el nivel de lóbulos laterales, dentro de un tamaño de abertura de antena multibanda utilizable total definido. Por ejemplo, en un modo de realización, al menos dos agrupaciones de antenas, que están diseñadas para la transmisión y recepción de señales en dos
25 bandas espectrales respectivas, están dispuestas de tal manera que al menos uno, pero no todos los elementos de antena se comparten entre las dos bandas espectrales. Esta disposición tiene varias ventajas. Por ejemplo, las dos agrupaciones de antenas pueden situarse adyacentes a o coaxiales con, por ejemplo, una tercera agrupación de antenas diseñada para funcionar en una tercera banda espectral, pero que puede imponer un límite preferido o una longitud máxima del sistema de agrupación de antenas múltiple general. Por consiguiente,
30 la presente invención permite que las primeras y segundas agrupaciones de antenas tengan una longitud, y por tanto, una ganancia, deseadas y también explotar el distanciamiento o separación de antena óptimo para una proporción de la longitud de la agrupación de antenas, que proporciona una libertad de diseño para los parámetros de rendimiento como el intervalo de inclinación y la supresión del nivel de lóbulos laterales. Los modos de realización de la presente exposición pretenden ocupar lo que de otro modo serían espacios vacíos
35 dentro de un sistema de múltiples antenas convencional, permitiendo por tanto una libertad de rendimiento y de diseño más flexibles.

[0012] Para todos los modos de realización de la agrupación de antenas multibanda de la presente exposición, pueden utilizarse para la transmisión y recepción de señales de radiofrecuencia (RF). No obstante, para mayor claridad, las descripciones y ejemplos se proporcionan utilizando solo señales para la transmisión. Por lo tanto,
40 los expertos en la materia entenderán que una descripción coherente y recíproca se aplicaría para la recepción de señales de RF. Además, para mayor claridad, todas las agrupaciones de antenas descritas en el presente documento se consideran de polarización cruzada doble, ya que son dos agrupaciones de antenas idénticas (o similares) de polarizaciones ortogonales. En general, con respecto a cada ejemplo, si solo una de las dos agrupaciones de antenas polarizadas de manera ortogonal se describe en detalle, se asume que los expertos en
45 la materia entenderán que se aplicará una disposición y descripción de funcionamiento igual (o similar) a la agrupación de antenas polarizada ortogonal.

[0013] De manera similar, para todos los modos de realización, se muestran ejemplos de redes de desviación de fase y de distribución de RF. No obstante, otras soluciones de red de alimentación y de desviación de fase existen de conformidad con la presente exposición, incluyendo conducir más o menos elementos de antena desde más o menos señales de componentes con desviación de fase de una red de alimentación o de
50 distribución de RF, por ejemplo, que proporcionarían intercambios de costes y diseños diferentes respecto a los parámetros de rendimiento de la antena como el intervalo de inclinación, y/o la supresión del nivel de lóbulo lateral. Por consiguiente, los expertos en la materia entenderán que son posibles dimensiones, número de elementos de antena, y/o otras variaciones diferentes a las mostradas y descritas en modos de realización
55 ilustrados de conformidad con otros modos de realización diferentes y adicionales de la presente exposición.

[0014] Los modos de realización ilustrados están diseñados para mostrar que pueden conseguirse separaciones de elementos de antena y topologías de superficie de agrupación de antenas ventajosas para alojar todas las agrupaciones de antenas en dimensiones restringidas o limitadas de una única carcasa de antena y ensamblaje de radomo. Dichas separaciones de elementos de antena optimizadas proporcionan un aumento de la flexibilidad del diseño en cuanto a los parámetros de rendimiento de la antena como el intervalo de inclinación, los niveles de lóbulos laterales, y el aislamiento.

[0015] Como un ejemplo ilustrativo, un operador móvil que actualmente gestiona servicios en las bandas espectrales de 1800 MHz o 2100 MHz, o en ambas bandas espectrales en un emplazamiento, pueden necesitar añadir también la banda espectral de 2600 MHz, en concreto para emplazamientos de macrocélulas. Los enfoques anteriores para mejorar emplazamientos de estaciones base celulares para soportar bandas espectrales adicionales incluyen añadir antenas monobanda adicionales, intercambiar antenas por antenas de banda ancha, e intercambiar antenas por antenas multibanda. Utilizar más antenas monobanda para soportar bandas espectrales adicionales permite a cada banda espectral ser optimizada para RF de manera independiente y ayuda a minimizar problemas potenciales de interferencias entre bandas, de bandas cruzadas y de bandas adyacentes. No obstante, esto puede ocasionar un aumento de los costes del alquiler del emplazamiento y un aumento de la carga del viento y puede provocar problemas de zonificación del terreno. Por otro lado, el cambio a antenas de banda ancha permite al operador mantener el número total de antenas y de cables de alimentación. Las antenas de banda ancha normalmente son aquellas que pueden soportar un intervalo de frecuencia ancho y por tanto cubrir un número de bandas espectrales. Por ejemplo, las antenas que soportan el intervalo de frecuencia de 1710-2690 MHz son antenas de banda ancha conocidas ya que cubren las bandas de 1800 MHz y 2100 MHz existentes más la banda de 2600 MHz emitidas más recientemente en Europa. No obstante, con dichas antenas de banda ancha, cada banda espectral necesita combinarse antes de la conexión de la antena y por tanto cada banda no puede optimizarse de manera independiente en cuanto a la inclinación de elevación, por ejemplo. Además, cuanto más espectro e incluso potencia se combine en una única antena de banda ancha, aumenta la posibilidad, y la probabilidad, de problemas de interferencias entre bandas. Por ejemplo, las interferencias por intermodulación pasiva (PIM, por sus siglas en inglés) surgen debido a la mezcla de múltiples componentes espectrales en dispositivos en línea de antena (como alimentadores y antenas). Bajo determinadas combinaciones de frecuencia Tx y potencia, esto puede provocar que se creen interferencias por PIM que pueden estar dentro del espectro diseñado para soportar canales de enlace ascendente, y por tanto desensibilizar los receptores de la estación base. Una desventaja adicional de las antenas de banda ancha es que mientras que los elementos radiantes de antena de la agrupación de antenas pueden estar hechos para soportar un amplio intervalo de frecuencias, la agrupación de antenas no tendrá un factor de agrupación óptimo, es decir, la agrupación no tendrá un distanciamiento de elementos o separación entre elementos óptimo para todas las frecuencias. Este aumento del ancho de banda de una agrupación de antenas resultará en algunos intercambios de rendimiento como ganancia, niveles de lóbulos laterales del diagrama de elevación, y/o la limitación del intervalo de inclinación eléctrico.

[0016] Por el contrario, los modos de realización de la presente invención incluyen al menos dos agrupaciones de antenas, que están diseñadas para la transmisión y recepción de señales en dos bandas espectrales respectivas, y que están dispuestas de tal manera que al menos uno, pero no todos los elementos de antena se comparten entre las dos bandas espectrales. Esta disposición tiene varias ventajas. Por ejemplo, en un ejemplo las dos agrupaciones de antenas están situadas adyacentes a o coaxiales con, por ejemplo, una tercera agrupación de antenas diseñada para funcionar en una tercera banda espectral, pero que puede imponer un límite preferido o una longitud máxima del sistema de agrupación de antenas múltiple general. Por consiguiente, la presente invención permite que las primeras y segundas agrupaciones de antenas tengan una longitud, y por tanto, una ganancia, deseadas y también explotar el distanciamiento o separación de antena óptimo para una proporción de la longitud de la agrupación de antenas, que proporciona una libertad de diseño para los parámetros de rendimiento como el intervalo de inclinación y la supresión del nivel de lóbulos laterales. Los modos de realización de la presente exposición pretenden ocupar lo que de otro modo serían espacios vacíos dentro de un sistema de múltiples antenas convencional, a la vez que minimizan el número de componentes, permitiendo por tanto una libertad de rendimiento y de diseño más flexibles.

[0017] Modo de realización 1 — Un primer modo de realización de la presente exposición se ilustra en la Figura 1, que soporta una primera banda espectral, por ejemplo, de 1710-2170 MHz con una segunda banda espectral, por ejemplo, de 2500-2690 MHz en una única posición de antena en un emplazamiento de estación base, cuando se requiere que la anchura de la antena sea mínima. La Figura 1 representa un diseño de una topología de superficie de agrupación doble con dos agrupaciones de antenas de banda alta soportando dos intervalos de frecuencia de banda alta (por ejemplo, la banda alta 1 = 1710-2170 MHz; y la banda alta 2 = 2500-2690 MHz). Las dos agrupaciones de banda alta están apiladas en vertical de manera que una agrupación esté encima de la otra agrupación de antenas. En un modo de realización, la longitud total de las agrupaciones de antenas combinadas está entre, por ejemplo, 1,8-2,2 m, y por tanto refleja una longitud común de antena de estación base, o una longitud máxima o disponible. No obstante, las dos agrupaciones de banda alta comparten un número de elementos de antena comunes que están situados aproximadamente en el punto medio de la agrupación de antenas. En un modo de realización, la longitud de agrupación de antenas total para la agrupación de antenas de banda alta 1 es de aproximadamente 1,4 m y la agrupación de antenas de banda alta 2 es de aproximadamente 1,3 m, que son longitudes de agrupación ventajosas para dichas bandas que suministran la directividad requerida, el ancho del haz del diagrama vertical, y por tanto, la ganancia.

[0018] En el presente ejemplo, cada agrupación de antenas de banda alta tiene su propia red de alimentación común y red de desviación de fase independientes. Tal como se ilustra en la Figura 1, la agrupación de antenas de banda alta 1 presenta una separación (distanciamiento) de elementos de antena para la mayor parte de su

longitud de agrupación que se optimiza para el intervalo de 1710-2170 MHz. La agrupación de antenas de banda alta 2 presenta un distanciamiento de elementos de antena para la mayor parte de su longitud de agrupación de antenas que se optimiza para el intervalo de 2500-2690 MHz. Los elementos de antena comunes o compartidos pueden tener un distanciamiento intermedio, o un cambio de distanciamiento progresivo. Los elementos de antena compartidos están conectados a las dos redes de desviación de fase y de alimentación común respectivas mediante filtros diplexores, que en un ejemplo pueden tener bandas de paso aisladas de 1710-2170 MHz y 2500-2690 MHz. Dado que cada agrupación de antenas de banda alta utiliza más distanciamientos de elementos óptimos que si el agrupamiento hubiese sido diseñado para el funcionamiento de banda ancha sobre todo el intervalo de 1710-2690 MHz, puede conseguirse una mejora en el intervalo de inclinación, la ganancia y los niveles de lóbulos laterales. Las dos agrupaciones de antenas de banda alta, con una proporción de elementos de antena compartidos también ofrece una solución optimizada para maximizar el aislamiento entre las dos agrupaciones de antenas de banda alta, a la vez que consigue una ganancia deseada, por ejemplo, para asegurar una interferencia entre bandas óptima como interferencias por PIM. Podría conseguirse un aislamiento máximo en un único radomo compartido al no utilizar ningún elemento de antena común o compartido, pero esto significa longitudes de agrupaciones de antenas más cortas y, por tanto, ganancias.

[0019] Modo de realización 2 — El ejemplo de la Figura 2 es similar al primer modo de realización, pero necesita dos agrupaciones de antenas de banda alta que presenten el mismo distanciamiento entre elementos y por tanto que estén diseñadas para cubrir un intervalo de bandas espectrales y frecuencias similar aunque diferente. El ejemplo de la Figura 2 puede ser especialmente útil para zonas o para redes celulares que no necesitan soportar un intervalo extendido de bandas espectrales. Un ejemplo podría incluir la región norteamericana con un enfoque sobre las bandas espectrales de 1900 MHz y de Servicios Inalámbricos Avanzados (AWS: enlace ascendente de 1700 MHz y enlace descendente de 2100 MHz). En este modo de realización, no hay necesidad de alojar por ejemplo la banda de 2600 MHz, y por tanto serían suficientes dos agrupaciones de antenas de banda alta, cada una capaz de cubrir 1710-2170 MHz. Los elementos de antena compartidos o comunes entre las dos agrupaciones de antenas de banda alta utilizan filtros díplex de 1900/AWS que se alimentan de redes de desviación de fase y de alimentación común separadas, solo de 1900 y solo de AWS. De nuevo, dado que solo una proporción de elementos de antena se utilizan para soportar las bandas espectrales de 1900 y AWS, existe una probabilidad mucho más reducida de generar interferencias por PIM de banda cruzada. Aunque las bandas de 1900 MHz y AWS podrían inclinarse de manera independiente a la vez que comparten la misma agrupación de antenas física, como el espectro de 1900 MHz y AWS se combina en todos los elementos de antena, habría menos aislamiento, y por tanto protección de interferencias por PIM proporcionada cuando se compara con la presente exposición y modos de realización. Además, aunque lo ideal serían agrupaciones de antenas separadas, en el caso de que haya un límite en la longitud máxima de la agrupación de antenas, por ejemplo, menos de 2,7 metros, los modos de realización de la presente invención consiguen un rendimiento general ventajoso considerando una variedad de longitudes disponibles que pueden estar entre la longitud de una única agrupación de antenas y la longitud de dos agrupaciones de antenas apiladas en vertical, y donde se requiere que la anchura de la antena sea mínima.

[0020] Modo de realización 3 — En un tercer ejemplo, la Figura 3 representa un diseño de topología de una superficie de agrupación de antenas triple con una agrupación de antenas de banda baja soportando un intervalo de banda baja de bandas espectrales (por ejemplo, 790-960 MHz) más dos agrupaciones de antenas de banda alta soportando dos intervalos de frecuencias de banda alta distintos (por ejemplo, la banda alta 1 = 1710-2170 MHz y la banda alta 2 = 2500-2690 MHz). Las dos agrupaciones de antenas de banda alta están dispuestas tal como se ha descrito para el primer modo de realización, situando una agrupación encima de la otra agrupación, y las cuales están dispuestas de manera horizontal a un lado de la agrupación de antenas de banda baja. La agrupación de banda baja tiene una longitud, por ejemplo, de 1,8-2,2 m, que es una longitud común de una antena de estación base. Las dos agrupaciones de banda alta comparten un número de elementos de antena comunes que están situados aproximadamente a medio camino a lo largo del largo de la agrupación de antenas. En un modo de realización, la longitud total de la agrupación de antenas de banda alta 1 es de aproximadamente 1,4 m y la de la agrupación de antenas de banda alta 2 es de aproximadamente 1,3 m, que son longitudes de agrupación de antenas para dichas bandas que suministran la directividad requerida, el ancho del haz del diagrama vertical, y por tanto, la ganancia.

[0021] El ejemplo de la Figura 3 también utiliza distanciamientos de elementos de antena que maximizan una topología de "célula unitaria" repetitiva a lo largo de la superficie de agrupación de antenas de la abertura de agrupación de antenas triple. Por ejemplo, para la agrupación de antenas de banda alta 1 (es decir, para 1710-2170 MHz), un distanciamiento de elementos que sea 1:2 del distanciamiento de elementos de la agrupación de antenas de banda baja se utiliza para todos los elementos de antena de banda alta no compartidos. Para la agrupación de antenas de banda alta 2 (es decir, 2500-2690 MHz), un distanciamiento de elementos que sea 1:3 del distanciamiento de elementos de la agrupación de antenas de banda baja se utiliza para todos los elementos de antena de banda alta no compartidos. La agrupación de antenas de banda baja también puede utilizar un distanciamiento de elementos diferente para aquellos elementos de banda baja que sean adyacentes a la agrupación de antenas de banda alta 1, y para aquellos elementos de banda baja que sean adyacentes a la agrupación de antenas de banda alta 2. Para la zona donde haya elementos de antena compartidos entre ambas

agrupaciones de antenas de banda alta, la proporción de distanciamiento de elementos puede desviarse de las razones de enteros precisas.

5 **[0022]** Modo de realización 4 — El ejemplo de la Figura 4 es similar al tercer modo de realización, pero utilizando las agrupaciones de antenas de banda alta descritas en el segundo modo de realización, que están diseñadas para tener el mismo distanciamiento de elementos de antena. La Figura 4 representa un diseño de topología de una superficie de agrupaciones de antenas triple con una agrupación de antenas de banda baja soportando un intervalo de banda baja de bandas espectrales (por ejemplo, 698-894 MHz) más dos agrupaciones de antenas de banda alta soportando dos intervalos de frecuencias de banda alta similares (por ejemplo, la banda alta 1 = 1710-1755/2110-2155 MHz y la banda alta 2 = 1850-1990 MHz). La Figura 4 también muestra un diseño de topología de "célula unitaria" repetitiva explotado a lo largo de la estructura de agrupación triple, donde el distanciamiento de elementos de las agrupaciones de antenas de banda alta es 1:2 de las agrupaciones de antenas de banda baja.

15 **[0023]** Modo de realización 5 — La Figura 5 ilustra un quinto modo de realización comprendiendo aspectos del cuarto modo de realización donde, en lugar de implementar las agrupaciones de antenas de banda alta en un lado de la agrupación de banda baja, se implementan sobre la agrupación de antenas de banda baja de manera coaxial. En consecuencia, los elementos de banda baja comparten la misma posición que algunos de los elementos de banda alta, y pueden ser, por ejemplo, elementos de banda doble. La ventaja de este modo de realización es que maximiza de manera adicional la simetría a lo largo de la superficie de abertura de antena que puede permitir mejoras en la simetría del diagrama de radiación azimutal y en las características de estrabismo. 20 Una ventaja adicional es que permite de manera opcional que el ancho de la abertura general se minimice.

[0024] Modo de realización 6 — Un sexto modo de realización se muestra en la Figura 6 y comprende aspectos del tercer modo de realización con una tercera agrupación de antenas de banda alta y una cuarta agrupación de antenas de banda alta añadidas. La tercera agrupación de antenas de banda alta y la cuarta agrupación de antenas de banda alta son idénticas o similares a la primera agrupación de antenas de banda alta y a la segunda agrupación de antenas de banda alta, respectivamente. Estas agrupaciones de antenas de banda alta adicionales se implementan en el plano horizontal y topológicamente en el otro lado, y por tanto también son adyacentes a la agrupación de antenas de banda baja, creando por tanto cinco agrupaciones de antenas en total. 25

30 **[0025]** Modo de realización 7 — Un séptimo modo de realización, mostrado en la Figura 7, comprende aspectos del cuarto modo de realización y añade una tercera agrupación de antenas de banda alta y una cuarta agrupación de antenas de banda alta, que son idénticas o similares a la primera agrupación de antenas de banda alta y a la segunda agrupación de antenas de banda alta, respectivamente. Estas agrupaciones de antenas de banda alta adicionales se implementan en el plano horizontal y topológicamente en el otro lado, y por tanto también son adyacentes a la agrupación de antenas de banda baja, creando por tanto cinco agrupaciones de antenas en total. 35

[0026] El sexto y el séptimo modo de realización comprenden cada uno una topología de agrupación triple que utiliza los enfoques de agrupaciones de antenas de banda alta compartidas descritos en los primeros y segundos modos de realización, respectivamente. La ventaja de estos modos de realización concretos es que se proporcionan agrupaciones de antenas adicionales que pueden utilizarse para una combinación "en el aire" 40 adicional de la capacidad de la estación base (por ejemplo, otro operador móvil), proporcionan puertos receptores adicionales para explotar una ganancia de diversidad receptora de órdenes superiores o incluso una diversidad de transmisión de órdenes superiores y una multiplexación espacial de orden superior al considerar los esquemas de múltiples entradas múltiples salidas (MIMO) más anchos disponibles con las tecnologías de radio como Long Term Evolution (LTE) y LTE-Advanced.

45 **[0027]** Cada uno de estos modos de realización se describe con más detalle a continuación en conexión con las respectivas Figuras 1-7.

[0028] Un primer modo de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 1. Esta representa un diseño de topología de agrupación doble (100) presentando elementos de antena (113₁-113₁₉). El diseño de topología de agrupación doble (100) incluye dos agrupaciones de antenas con polarización cruzada y de banda alta (114, 124) soportando dos intervalos de frecuencia de banda alta distintos (por ejemplo, banda alta 1 = 1710-2170 MHz y banda alta 2 = 2500-2690 MHz). Las dos agrupaciones de antenas de banda alta están dispuestas en vertical, situadas una agrupación encima de la otra agrupación. La agrupación de antenas de banda alta 1 (114) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 113₁-113₁₁ y la agrupación de antenas de banda alta 2 (124) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 113₈-113₁₉. Por consiguiente, 50 los elementos de antena 113₈-113₁₁ son comunes, o están compartidos entre ambas agrupaciones de antenas de banda alta. 55

[0029] La señal S1, etiquetada como (161), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 1 en el intervalo de frecuencia de 1710-2170 MHz. La señal S2, etiquetada como (162) representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 2 en el intervalo de frecuencia de 2500-2690 MHz. 60

[0030] La señal, S1 está conectada a una red de alimentación de distribución o de alimentación común de RF (110) de una antena, que divide la potencia de la señal de RF de entrada en 6x señales de componente de S1, que a su vez están conectadas a 6x dispositivos de desviación de fase (111₁₋₆), que están diseñados para funcionar para imponer un perfil de retardo de fase variable a través de la agrupación de elementos de antena de la agrupación de antenas de banda alta 1, para permitir una función de control de la inclinación del haz eléctrico variable para la señal S1. En conjunto, se puede hacer referencia en términos generales a la red de alimentación de distribución (110) y al conjunto de dispositivos de desviación de fase (111₁₋₆) como una red de desviación de fase y de distribución de RF. Las señales de componente con desviación de fase de S1 están conectadas a la agrupación de antenas de banda alta 1 de los elementos de antena, 113₁-113₁₁. En concreto, se muestra que el elemento de antena e₁ se conduce directamente desde una primera señal de componente con desviación de fase de S1, mientras que los elementos 113₂ y 113₃ se conducen mediante una segunda señal de componente con desviación de fase de S1 que se ha dividido en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (112₁). De manera similar, los elementos 113₄ y 113₅ se conducen de manera similar, desde una tercera señal de componente con desviación de fase de S1, que se ha dividido en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (112₂), tal como los elementos 113₆ y 113₇, que se conducen desde una cuarta señal de componente con desviación de fase de S1, que se divide en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (112₃). Los elementos e₈ y e₉ se conducen desde un dispositivo de división de RF (132₁) que se conduce desde el puerto común de un filtro de diplexado (131₁). El filtro de diplexado (131₁) presenta dos puertos de entrada; un primer puerto de entrada (134₁) para que pasen señales con una banda de paso de 1710-2170 MHz y un segundo puerto de entrada (134₂) para que pasen señales con una banda de paso de 2500-2690 MHz. El primer puerto de entrada (134₁) del filtro de diplexado (131₁) está conectada a la quinta señal de componente con desviación de fase de S1. Los elementos 113₁₀ y 113₁₁ se conducen desde un dispositivo de división de RF (132₂) que se conduce desde el puerto común (133₂) de un filtro de diplexado (131₂). El filtro de diplexado (131₂) presenta dos puertos de entrada; un puerto de entrada (135₁) para la banda de paso de 1710-2170 MHz y un segundo puerto de entrada (135₂) para la banda de paso de 2500-2690 MHz. El primer puerto de entrada (135₁) del filtro de diplexado (131₂) está conectada a la sexta señal de componente con desviación de fase de S1.

[0031] La señal, S2 está conectada a la red de alimentación de distribución o de alimentación común de RF (120) de una antena, que divide la potencia de la señal de RF de entrada en 6x señales de componente de S2, que a su vez están conectadas a 6x dispositivos de desviación de fase (121₁₋₆), que están diseñados para funcionar para imponer un perfil de retardo de fase variable a través de la agrupación de elementos de antena de la agrupación de antenas de banda alta 2, para permitir una función de control de la inclinación del haz eléctrico variable para la señal S2. En conjunto, se puede hacer referencia en términos generales a la red de alimentación de distribución (120) y al conjunto de dispositivos de desviación de fase (121₁₋₆) como una red de desviación de fase y de distribución de RF. Las señales de componente de desviación de fase de S2 están conectadas a la agrupación de antenas de banda alta 2 indicada por los elementos de antena, 113₁-113₁₉. En concreto, se muestra que los elementos de antena 113₈ y 113₉ se conducen desde un dispositivo de división de RF (132₁) que se conduce desde el puerto común (133₁) de un filtro de diplexado (131₁). El segundo puerto de entrada (134₂) del filtro de diplexado (131₁) está conectada a la primera señal de componente con desviación de fase de S2. Los elementos 113₁₀ y 113₁₁ se conducen desde un dispositivo de división de RF (132₂) que se conduce desde el puerto común (133₂) de un filtro de diplexado (131₂). El segundo puerto de entrada (135₂) del filtro de diplexado (131₂) está conectado a la segunda señal de componente con desviación de fase de S2. Los elementos de antena 113₁₂ y 113₁₃ se conducen mediante una tercera señal de componente con desviación de fase de S2 que ha sido dividida en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (122₁). De manera similar, los elementos 113₁₄ y 113₁₅ se conducen desde una cuarta señal de componente con desviación de fase de S2 que se ha dividido en dos señales de componente adicionales mediante el dispositivo de división de RF (122₂), tal como los elementos 113₁₆ y 113₁₇, que se conducen desde una quinta señal de componente con desviación de fase de S2, que se ha dividido en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (122₃). Finalmente, los elementos de antena e₁₈ y e₁₉ son conducidos de manera similar, desde el dispositivo de división RF (122₄) desde una sexta señal de componente con desviación de fase de S2.

[0032] Aunque las dimensiones precisas de las agrupaciones de antenas no se muestran en la Figura 1, en un ejemplo la longitud de agrupación de antenas total de la "agrupación de antenas combinada" de 19x elementos de antena está diseñada para reflejar una longitud de radomo de antena total de entre 1,8-2,2 m, dependiendo de las distancias de separación de elementos específicas, y por tanto refleja una longitud común, típica o preferida de la antena de estación base, o incluso una longitud máxima disponible. Esto es especialmente útil si, por ejemplo, se permite una longitud de antena de hasta 2,2 m, pero con un ancho de antena restringido, por ejemplo, 200 mm (rechazando por tanto una agrupación de antenas convencional doble una junto a la otra), y donde una inclinación común no es aceptable y se requiere un aislamiento máximo entre bandas espectrales. En un ejemplo, la longitud de agrupación total para la agrupación de antenas de banda alta 1 es de aproximadamente 1,4 m y la longitud de agrupación de antenas total para la agrupación de antenas de banda alta 2 es de aproximadamente 1,3 m. Estas longitudes de agrupación de antenas de ejemplo reflejan de nuevo

una longitud de agrupación de antenas común para dichas bandas que suministran la directividad requerida, el ancho del haz del diagrama vertical, y por tanto, la ganancia.

[0033] En un ejemplo, la separación (distanciamiento) de elementos de antena para la banda alta 1, d_{e1} (etiquetada como (191) en la Figura 1) para los elementos e_1 - e_7 , y por tanto la mayoría de la longitud de agrupación de antenas de la agrupación de antenas de banda alta 1, está diseñada para estar optimizada para el intervalo de 1710-2170 MHz, y podría ser por ejemplo de 130 mm, que es aproximadamente $0,85\lambda$, en la frecuencia central de la banda alta 1. Esto representa un valor de diseño de separación de elementos ventajoso para dicho intervalo de frecuencias, que a su vez permite libertades de diseño suficientes para optimizar el intervalo de inclinación, la supresión del nivel de lóbulo lateral, y el acoplamiento mutuo adecuado entre elementos. Además, en un ejemplo la separación (distanciamiento) de elementos de antena para la banda alta 2, d_{e2} (etiquetada como (192) en la Figura 1) para los elementos 113₁₂-113₁₉, y por tanto la mayoría de la longitud de agrupación de antenas de la agrupación de antenas de banda alta 2, está diseñada para estar optimizada para el intervalo de 2500-2690 MHz, y podría ser por ejemplo de 100 mm, que de nuevo es aproximadamente $0,85\lambda$, en la frecuencia central de la banda alta 2. Esto representa un valor de diseño de separación de elementos ventajoso para dicho intervalo de frecuencias, que a su vez permite libertades de diseño suficientes para optimizar el intervalo de inclinación, la supresión del nivel de lóbulo lateral, y el acoplamiento mutuo adecuado entre elementos. Además, en un ejemplo, los elementos de antena de banda alta 113₈-113₁₁ comunes o compartidos pueden tener un distanciamiento intermedio, o un cambio de distanciamiento progresivo entre por ejemplo 130 mm y 100 mm. Como cada agrupación de antenas de banda alta utiliza una separación de elementos más óptima que si la agrupación de antenas se hubiese diseñado para el funcionamiento de banda ancha en todo el intervalo de 1710-2690 MHz, podrá conseguirse una mejora en el intervalo de inclinación, niveles de lóbulo lateral y ganancia.

[0034] Los filtros de diplexado (131₁ y 131₂), pueden introducir un retardo de fase adicional que pueden afectar al intervalo de inclinación y los niveles de lóbulo lateral. Asimismo, dichos filtros de diplexado pueden introducir varios retardos de fase para distintas frecuencias de la señal de entrada. Por tanto, en un modo de realización, los filtros de diplexado se seleccionan para tener unas especificaciones y características de retardo de grupo deseables. Aunque no se muestra, en un modo de realización se utilizan filtros de diplexado idénticos para conducir todos los elementos de antena de banda alta. Por ejemplo, esto significaría insertar un filtro de diplexado dentro de las otras cuatro señales de componente con desviación de fase de S1, y de manera similar para las otras cuatro señales de componente con desviación de fase de S2 a fin de que los elementos 113₁-113₇ y 113₁₂-113₁₉ reciban las mismas características de retardo de grupo que los elementos de antena de banda alta e_8 - e_{11} comunes o compartidos.

[0035] Las dos agrupaciones de antenas de banda alta, que presentan varios elementos de antena compartidos, es decir 113₈-113₁₁ en el ejemplo de la Figura 1, ofrecen una solución optimizada para maximizar el aislamiento entre agrupaciones de antenas de banda alta, a la vez que consiguen una ganancia deseada, por ejemplo, para asegurar una interferencia por banda cruzada o entre bandas como interferencias por PIM. Podría conseguirse un aislamiento máximo en un único radomo compartido al no utilizar ningún elemento de antena compartido, pero esto significa longitudes de agrupaciones de antenas y, por tanto, ganancias, más cortas.

[0036] Un segundo modo de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 2. Esta representa un diseño de topología de agrupación doble (200) presentando elementos de antena (213₁-213₁₆). El diseño de la topología de agrupación de antenas doble (200) incluye dos agrupaciones de antenas con polarización cruzada y de banda alta (214, 224) diseñadas para soportar dos intervalos de frecuencia de banda alta similares aunque distintos (por ejemplo, la banda alta 1 = dividida como 1710-1755 MHz/2110-2155 MHz y la banda alta 2 = 1850-1990 MHz). Las dos agrupaciones de antenas de banda alta están dispuestas en vertical, situadas una encima de la otra. La agrupación de antenas de banda alta 1 (214) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 213₁-213₁₀ y la agrupación de antenas de banda alta 2 (224) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 213₇-213₁₆. Por consiguiente, los elementos de antena 213₇-213₁₀ son comunes, o están compartidos entre ambas agrupaciones de antenas de banda alta.

[0037] La señal S1, etiquetada también como (261), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 1, por ejemplo en el intervalo de frecuencias de 1710-1755 MHz/2110-2155 MHz, o mejor conocido como la banda de Servicios Inalámbricos Avanzados (AWS, por sus siglas en inglés) en EE.UU., Canadá y en otros lugares. La señal S2, etiquetada también como (262), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 2, por ejemplo en el intervalo de frecuencia de 1850-1990 MHz, o mejor conocido como la banda de Servicio de Comunicaciones Personales (PCS, por sus siglas en inglés) en EE.UU., Canadá y en otros lugares.

[0038] La señal, S1 está conectada a la red de alimentación de distribución o de alimentación común de RF (210) de una antena, que divide la potencia de la señal de RF de entrada en 5x señales de componente de S1, que a su vez están conectadas a 5x dispositivos de desviación de fase (211₁₋₅), que están diseñados para funcionar para imponer un perfil de retardo de fase variable a través de la agrupación de elementos de antena de la agrupación de antenas de banda alta 1, para permitir una función de control de la inclinación del haz eléctrico variable para la señal S1. En conjunto, se puede hacer referencia en términos generales a la red de alimentación

de distribución (210) y al conjunto de dispositivos de desviación de fase (211₁₋₅) como una red de desviación de fase y de distribución de RF. Las señales de componente con desviación de fase de S1 están conectadas a la agrupación de antenas de banda alta 1 indicada por los elementos de antena, 213₁-213₁₀. En concreto, se muestra que los elementos de antena 213₁ y 213₂ se conducen mediante una primera señal de componente con desviación de fase de S1 que ha sido dividida en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (212₁). De manera similar, los elementos 213₃ y 213₄ se conducen de manera similar, desde una segunda señal de componente con desviación de fase de S1 que se ha dividido en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (212₂), tal como los elementos 213₅ y 213₆, que se conducen desde una tercera señal de componente con desviación de fase de S1, que se divide en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (212₃). Los elementos 213₇ y 213₈ se conducen desde un dispositivo de división de RF (232₁) que se conduce desde el puerto común (233₁) de un filtro de diplexado (231₁). El filtro de diplexado (231₁) presenta dos puertos de entrada; un primer puerto de entrada (234₁) para que pasen señales con bandas de paso de 1710-1755 MHz y 2110-2155 MHz, y un segundo puerto de entrada (234₂) para que pasen señales con una banda de paso de 1850-1990 MHz. El primer puerto de entrada (234₁) del filtro de diplexado (231₁) está conectado a la cuarta señal de componente con desviación de fase de S1. Los elementos 213₉ y 213₁₀ se conducen desde un dispositivo de división de RF (232₂) que se conduce desde el puerto común (233₂) de un filtro de diplexado (231₂). El filtro de diplexado (231₂) presenta dos puertos de entrada; un puerto de entrada (235₁) para una banda de paso de 1710-1755 MHz y 2110-2155 MHz, y un segundo puerto de entrada (235₂) para que pasen señales con una banda de paso de 1850-1990 MHz. El primer puerto de entrada del filtro de diplexado (231₂) está conectado a la quinta señal de componente con desviación de fase de S1.

[0039] La señal, S2 está conectada a la red de alimentación de distribución o de alimentación común de RF (220) de una antena, que divide la potencia de la señal de RF de entrada en 5x señales de componente de S2, que a su vez están conectadas a 5x dispositivos de desviación de fase (221₁₋₅), que están diseñados para funcionar para imponer un perfil de retardo de fase variable a través de la agrupación de elementos de antena de la agrupación de antenas de banda alta 2, para permitir una función de control de la inclinación del haz eléctrico variable para la señal S2. En conjunto, se puede hacer referencia en términos generales a la red de alimentación de distribución (220) y al conjunto de dispositivos de desviación de fase (221₁₋₅) como una red de desviación de fase y de distribución de RF. Las señales de componente con desviación de fase de S2 están conectadas a la agrupación de antenas de banda alta 2 (224) indicada por los elementos de antena, 213₇-213₁₆. En concreto, se muestra que los elementos de antena 213₇ y 213₈ se conducen desde un dispositivo de división de RF (232₁) que se conduce desde el puerto común (233₁) de un filtro de diplexado (231₁). El segundo puerto de entrada (234₂) del filtro de diplexado (231₁) está conectado a la primera señal de componente con desviación de fase de S2. Los elementos e₉ y e₁₀ se conducen desde un dispositivo de división de RF (232₂) que se conduce desde el puerto común (233₂) de un filtro de diplexado (231₂). El segundo puerto de entrada (235₂) del filtro de diplexado (231₂) está conectado a la segunda señal de componente con desviación de fase de S2. Los elementos de antena 213₁₁ y 213₁₂ se conducen mediante una tercera señal de componente con desviación de fase de S2 que ha sido dividida en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (222₁). De manera similar, los elementos 213₁₃ y 213₁₄ se conducen desde una cuarta señal de componente con desviación de fase de S2 que se ha dividido en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (222₂), tal como los elementos 213₁₅ y 213₁₆, que se conducen desde una quinta señal de componente con desviación de fase de S2, que se ha dividido en dos señales de componente adicionales mediante un dispositivo de división de RF (222₃).

[0040] Aunque las dimensiones precisas de las agrupaciones de antenas no se muestran en la Figura 2, en un modo de realización, la longitud total de la carcasa de antena y el ensamblaje de radomo es de entre 1,8-2,2 m, dependiendo de las distancias de separación de elementos específicas. Esto refleja una longitud común de la antena de estación base. En un modo de realización, la longitud de agrupación de antenas total para la agrupación de antenas combinada comprendiendo las agrupaciones de antenas de antena de banda alta 1 y de banda alta 2 es de aproximadamente 1,3 m, y de nuevo refleja una longitud de agrupación de antenas común para que dichas bandas suministren la directividad requerida, el ancho del haz del diagrama vertical, y por tanto la ganancia. En un modo de realización, la separación (distanciamiento) del elemento de antena para la agrupación de antenas de banda alta 1 y para la agrupación de antenas de banda alta 2, es la misma, d_{e1} (etiquetada como (291) en la Figura 2) para todos los elementos 213₁-213₁₆. El distanciamiento de elementos de antena de banda alta podría por ejemplo ser óptimo en torno a 130 mm, que es aproximadamente 0,85 λ, en las frecuencias centrales de las agrupaciones de antenas de banda alta 1 y de banda alta 2. Esto representa un valor de diseño de separación de elementos ventajoso para dicho intervalo de frecuencias, que a su vez permite libertades de diseño suficientes para optimizar el intervalo de inclinación, la supresión del nivel de lóbulo lateral, y el acoplamiento mutuo adecuado entre elementos.

[0041] El diseño de los filtros de diplexado (231₁ y 231₂), puede introducir un retardo de fase adicional que puede afectar al intervalo de inclinación y los niveles de lóbulo lateral. Asimismo, dichos filtros de diplexado pueden introducir varios retardos de fase para distintas frecuencias de la señal de entrada. Por consiguiente, en un modo de realización, los filtros de diplexado se seleccionan para tener unas especificaciones y características de

retardo de grupo deseables. Aunque no se muestra, en un modo de realización se utilizan dispositivos de filtro de diplexado idénticos (o similares) para conducir todos los elementos de antena de banda alta. Por ejemplo, esto significaría insertar un filtro de diplexado en las otras cuatro señales de componente de desviación de fase de S1, y de manera similar para las otras cuatro señales de componente con desviación de fase de S2 a fin de que los elementos 213₁-213₆ y 213₁₁-213₁₆ reciban las mismas características de retardo de grupo que los elementos de antena de banda alta 213₇-213₁₀ comunes o compartidos.

[0042] Las dos agrupaciones de antenas de banda alta, con varios elementos de antena compartidos, es decir 213₇-213₁₀ en este modo de realización también ofrecen una solución optimizada para maximizar el aislamiento entre agrupaciones de antenas de banda alta, a la vez que consiguen una ganancia deseada, por ejemplo, para asegurar una interferencia óptima por banda cruzada o entre bandas como interferencias por PIM. Aunque podría conseguirse un aislamiento máximo en un único radomo compartido al no utilizar ningún elemento de antena común o compartido, esto significa longitudes de agrupaciones de antenas y, por tanto, ganancias, más cortas.

[0043] Un tercer modo de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 3. Este representa un diseño de topología de agrupación de antenas triple (300) presentando elementos de antena de banda baja con polarización cruzada (146₁-146₈), y elementos de antena de banda alta con polarización cruzada (113₁-113₁₉). En concreto, el diseño de topología de agrupación de antenas triple (300) incluye una agrupación de antenas de banda baja con polarización cruzada (144), etiquetada también en la Figura 3 como la agrupación de antenas de banda baja 1, y comprendiendo los elementos de antena de banda baja con polarización cruzada 146₁-146₈, que soportan un intervalo de banda baja de bandas espectrales (e.g., 790-960 MHz) más dos agrupaciones de antenas de banda alta con polarización cruzada (114, 124) soportando dos intervalos de frecuencia de banda alta diferentes (por ejemplo, la banda alta 1 = 1710-2170 MHz y la banda alta 2 = 2500-2690 MHz). Las dos agrupaciones de antenas de banda alta son tal como se describen en el primer modo de realización (Figura 1), que están dispuestas a un lado de la agrupación de antenas de banda baja. La agrupación de antenas de banda alta 1 (114) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 113₁-113₁₁ y la agrupación de antenas de banda alta 2 (124) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 113₈-113₁₉. Por consiguiente, los elementos de antena 113₈-113₁₁ son comunes, o están compartidos entre ambas agrupaciones de antenas de banda alta.

[0044] La señal S1, etiquetada también como (161), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 1, por ejemplo en el intervalo de frecuencia de 1710-2170 MHz. La señal S2, etiquetada también como (162), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 2, por ejemplo en el intervalo de frecuencia de 2500-2690 MHz. La descripción de cómo se procesan las señales S1 y S2 y los detalles de las agrupaciones de antenas de banda alta se describen en conexión con el ejemplo de la Figura 1.

[0045] Para mayor claridad y facilidad de comprensión, la red de alimentación o de distribución de RF para la agrupación de elementos de antena de banda baja no se muestra. Por consiguiente, los expertos en la materia entenderán que puede utilizarse una red de desviación de fase y de distribución convencional para transmitir señales de banda baja. Aunque las dimensiones precisas de las agrupaciones de antenas no se muestran en la Figura 3, en un modo de realización, la agrupación de antenas de banda baja de 8x elementos de antena está diseñada para reflejar una longitud de radomo/carcasa de antena total de entre 1,8-2,2 m, dependiendo de la separación de elementos específica, que refleja una longitud común de la antena de estación base. En la Figura 3, la separación entre elementos de banda baja se muestra como d_{E1} y d_{E2} , también etiquetadas como (193, 194) respectivamente. Los distanciamientos de elementos de antena concretos que se seleccionan permiten una topología de "célula unitaria" repetitiva, a lo largo de la superficie de la agrupación de antenas de la abertura de agrupación de antenas triple. Una primera "célula unitaria" 181 comprende un elemento de antena de banda baja y dos elementos de antena de banda alta 1. Por ejemplo, la célula unitaria de ejemplo (181) comprende el elemento de banda baja 146₁ y los elementos de antena de banda alta 1 113₁ y 113₂. En un modo de realización, el distanciamiento de elementos de antena d_{E1} , también etiquetado como (191), de 130 mm para los elementos no compartidos 113₁-113₇ de la agrupación de antenas de banda alta 1 (1710-2170 MHz) es de 1:2 en relación con el distanciamiento de elementos, d_{E1} de la agrupación de elementos de antenas de banda baja correspondiente y adyacente, y por tanto podría ser de 260 mm. Esto se aplica a los elementos de banda baja 146₁ a 146₃. De manera similar, una segunda "célula unitaria" 182 comprende un elemento de antena de banda baja y tres elementos de antena de banda alta 2. Por ejemplo, la célula unitaria de ejemplo 182 comprende el elemento de banda baja 146₇ y los elementos de antena de banda alta 2 113₁₄, 113₁₅ y 113₁₆. En un modo de realización, el distanciamiento de elementos de antena d_{E2} , también etiquetado como (192), es de 100 mm para los elementos de antena no compartidos 113₁₂-113₁₉ de la agrupación de antenas de banda alta 2 (2500-2690 MHz) y es de 1:3 en relación con el distanciamiento de elemento, d_{E2} de la agrupación de elementos de antena de banda baja correspondiente y adyacente, y por tanto podría ser de 300 mm. Esto se aplica a los elementos de banda baja 146₅ a 146₈. El distanciamiento del elemento de antena entre los elementos de antena de banda baja 146₃ y 146₄, y 146₄ y 146₅ que son adyacentes a los elementos de antena de banda alta compartidos pueden utilizar un valor de distanciamiento intermedio (por ejemplo, 280 mm) o un cambio de distanciamiento progresivo. Sobre todo, la agrupación de antenas de banda baja tendrá un distanciamiento de

elemento de antena de banda baja medio de aproximadamente 280 mm , que es de aproximadamente $0,82 \lambda$, en la frecuencia central de la agrupación de antenas de banda baja (por ejemplo, $790\text{-}960 \text{ MHz}$), y representa un valor excelente para optimizar el intervalo de inclinación, los niveles de lóbulo lateral, y la gestión del acoplamiento mutuo entre elementos. El enfoque de "célula unitaria" también permite una mayor flexibilidad en el diseño general, especialmente para distintas variantes de la agrupación de antenas triple, por ejemplo para acomodar antenas con una longitud o ganancia total distinta.

[0046] Un cuarto modo de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 4. Este representa un diseño de topología de agrupación de antenas triple (400) presentando elementos de antena de banda baja con polarización cruzada ($246_1\text{-}246_8$) y elementos de antena de banda alta con polarización cruzada ($213_1\text{-}213_{16}$). En concreto, el diseño de topología de agrupación de antenas triple (400) incluye una agrupación de antenas de banda baja con polarización cruzada (244), etiquetada también como la agrupación de antenas de banda baja 1, y comprendiendo los elementos de antena de banda baja con polarización cruzada $246_1\text{-}246_8$, que soportan un intervalo de banda baja de bandas espectrales (e.g., $698\text{-}894 \text{ MHz}$) más dos agrupaciones de antenas de banda alta con polarización cruzada (214, 224) diseñadas para cubrir dos intervalos de frecuencia de banda alta similares aunque diferentes (por ejemplo, la banda alta 1 = dividida como $1710\text{-}1755 \text{ MHz}/2110\text{-}2155 \text{ MHz}$ y la banda alta 2 = $1850\text{-}1990 \text{ MHz}$). Las dos agrupaciones de antenas de banda alta son tal como se describen en el segundo modo de realización (Figura 2), y están dispuestas a un lado de la agrupación de antenas de banda baja. La agrupación de antenas de banda alta 1 (214) comprende los elementos de antena con polarización cruzada $213_1\text{-}213_{10}$ y la agrupación de antenas de banda alta 2 (224) comprende los elementos de antena con polarización cruzada $213_7\text{-}213_{16}$. Por consiguiente, los elementos de antena $213_7\text{-}213_{10}$ son comunes, o están compartidos entre ambas agrupaciones de antenas de banda alta.

[0047] La señal S1, etiquetada también como (261), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 1, por ejemplo en el intervalo de frecuencias de $1710\text{-}1755 \text{ MHz}/2110\text{-}2155 \text{ MHz}$, o mejor conocido como la banda de Servicios Inalámbricos Avanzados (AWS) en EE.UU., Canadá y en otros lugares. La señal S2, etiquetada también como (262), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 2, por ejemplo en el intervalo de frecuencia de $1850\text{-}1990 \text{ MHz}$, o mejor conocido como la banda de Servicio de Comunicaciones Personales (PCS) en EE.UU., Canadá y en otros lugares. La descripción de cómo se procesan las señales, S1 y S2, y los detalles de las agrupaciones de antenas de banda alta se describen en conexión con el ejemplo de la Figura 2.

[0048] Para mayor claridad y facilidad de comprensión, la red de alimentación o de distribución de RF para la agrupación de elementos de antena de banda baja no se muestra. Por consiguiente, los expertos en la materia entenderán que una red de desviación de fase y de distribución convencional puede utilizarse para transmitir señales de banda baja. Aunque las dimensiones precisas de las agrupaciones de antenas no se muestran en la Figura 4, en un modo de realización, la agrupación de antenas de banda baja de $8 \times$ elementos de antena está diseñada para reflejar una longitud de radomo de antena total de entre $1,8\text{-}2,2 \text{ m}$, dependiendo de la separación de elementos de antena, que refleja una longitud común de la antena de estación base. En la Figura 4, la separación entre los elementos de banda baja se muestra como d_{E1} , también etiquetada como (293). Los distanciamientos de elementos de antena concretos han sido diseñados para permitir una topología de "célula unitaria" repetitiva, a lo largo de la superficie de la agrupación de antenas de la abertura de agrupación de antenas triple. Una "célula unitaria" de ejemplo 281 comprende un elemento de antena de banda baja y dos elementos de antena de banda alta, por ejemplo, el elemento de banda baja 246_1 y los elementos de agrupación de antenas de banda alta 1 213_1 y 213_2 . En un modo de realización, el distanciamiento de elemento de antena, d_{e1} , también etiquetado como (291), es de 130 mm para la agrupación de antenas de banda alta y es de aproximadamente $1:2$ en relación con el distanciamiento de elemento de antena de banda baja, d_{E1} y por tanto $d_{e1} = 260 \text{ mm}$. Esto se aplica a los elementos de banda baja 246_1 a 246_8 y es de aproximadamente $0,7\lambda$, en la frecuencia central de la agrupación de antenas de banda baja (por ejemplo, $698\text{-}894 \text{ MHz}$), y representa un buen valor para optimizar el intervalo de inclinación, los niveles de lóbulo lateral, y la gestión del acoplamiento mutuo entre elementos. El enfoque de "célula unitaria" también permite una mayor flexibilidad en el diseño general, especialmente para distintas variantes de la agrupación de antenas triple, por ejemplo para acomodar antenas con una longitud o ganancia total distinta.

[0049] Un quinto modo de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 5. Esta representa un diseño de topología de agrupación triple (500) presentando elementos de antena de banda baja con polarización cruzada ($246_1\text{-}246_8$) y elementos de antena de banda alta con polarización cruzada ($213_1\text{-}213_{16}$). En concreto, el diseño de topología de agrupación de antenas triple (500) incluye una agrupación de antenas de banda baja con polarización cruzada (244), etiquetada también como la agrupación de antenas de banda baja 1, y comprendiendo los elementos de antena de banda baja con polarización cruzada $246_1\text{-}246_8$, que soportan un intervalo de banda baja de bandas espectrales (e.g., $698\text{-}894 \text{ MHz}$) más dos agrupaciones de antenas de banda alta con polarización cruzada (214, 224) diseñadas para soportar dos intervalos de frecuencia de banda alta similares aunque diferentes (por ejemplo, la banda alta 1 = dividida como $1710\text{-}1755 \text{ MHz}/2110\text{-}2155 \text{ MHz}$ y la banda alta 2 = $1850\text{-}1990 \text{ MHz}$). El ejemplo de la Figura 5 comprende el mismo diseño que el ejemplo de la Figura 4, aparte del hecho de que las agrupaciones de antenas de banda alta (214, 224) se implementan de

manera coaxial con la agrupación de antenas de banda baja (244). La agrupación de antenas de banda alta 1 (214) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 213₁-213₁₀ y la agrupación de antenas de banda alta 2 (224) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 213₇-213₁₆. Por consiguiente, los elementos de antena 213₇-213₁₀ son comunes, o están compartidos entre ambas agrupaciones de antenas de banda alta.

[0050] La señal S1, etiquetada también como (261) representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 1, por ejemplo en el intervalo de frecuencias de 1710-1755 MHz/2110-2155 MHz, o mejor conocido como la banda de Servicios Inalámbricos Avanzados (AWS) en EE.UU., Canadá y en otros lugares. La señal S2, etiquetada también como (262), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 2, por ejemplo en el intervalo de frecuencia de 1850-1990 MHz, o mejor conocido como la banda de Servicio de Comunicaciones Personales (PCS) en EE.UU., Canadá y en otros lugares. La descripción de cómo se procesan las señales, S1 y S2 y los detalles de las agrupaciones de antenas de banda alta se describen en conexión con el ejemplo de la Figura 2.

[0051] En la Figura 5, la separación entre los elementos de banda baja se muestra como d_{E1} , también etiquetada como (293). Los distanciamientos de elementos de antena concretos también han sido diseñados para permitir un despliegue coaxial de las agrupaciones de antenas de banda alta con las agrupaciones de antenas de banda baja. En un modo de realización, el distanciamiento de elementos de antena, d_{e1} , también etiquetado como (291), es de 130 mm para las agrupaciones de antenas de banda alta y es de aproximadamente 1:2 en relación con el distanciamiento de elementos de antena de banda baja, d_{E1} y por tanto $d_{e1} = 260$ mm. Esto se aplica a los elementos de antena de banda baja 246₁ a 246₈ y es de aproximadamente 0,7 λ , en la frecuencia central de la agrupación de antenas de banda baja (por ejemplo, 698-894 MHz), y representa un buen valor para optimizar el intervalo de inclinación, los niveles de lóbulo lateral, y la gestión del acoplamiento mutuo entre elementos. El enfoque de despliegue coaxial también permite una mayor flexibilidad en el diseño general, en concreto para distintas variantes de una agrupación de antenas triple, por ejemplo para alojar antenas con una ganancia o longitud total distinta, junto con una simetría de diagrama de radiación azimutal excelente y una anchura total mínima de la solución de agrupación de antenas multibanda.

[0052] Un sexto modo de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 6, que representa un diseño de topología de agrupación de antenas (600) presentando elementos de antena de banda baja con polarización cruzada (146₁-146₈) y elementos de antena de banda alta con polarización cruzada (113₁-113₃₉). El diseño de topología de agrupación de antenas (600) es similar al ejemplo de la Figura 3 con dos agrupaciones de antenas de banda alta idénticas adicionales. En concreto, el diseño de topología de agrupación de antenas (600) incluye 5x agrupaciones de antenas con una agrupación de antenas central de banda baja con polarización cruzada (144), también etiquetadas como la agrupación de antenas de banda baja 1, y comprendiendo elementos de antena de banda baja con polarización cruzada 146₁-146₈, que soportan un intervalo de banda baja de bandas espectrales (por ejemplo, 790-960 MHz) más dos agrupaciones de antenas de banda alta con polarización cruzada (114, 124) soportando dos intervalos de frecuencia de banda alta (por ejemplo, la banda alta 1 = 1710-2170 MHz y la banda alta 2 = 2500-2690 MHz), que están dispuestos a un lado de la agrupación de antenas de banda baja, más otras dos agrupaciones de antenas de banda alta con polarización cruzada idénticas (o similares) (164, 174) soportando los mismos intervalos de frecuencia de banda alta que las primeras dos agrupaciones de antenas de banda alta (por ejemplo, la banda alta 3 = 1710-2170 MHz y la banda alta 4 = 2500-2690 MHz), que están dispuestas al otro lado de la agrupación de antenas de banda baja.

[0053] La agrupación de antenas de banda alta 1 (114) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 113₁-113₁₁ y la agrupación de antenas de banda alta 2 (124) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 113₈-113₁₉. Por consiguiente, los elementos de antena 113₈-113₁₁ son comunes, o están compartidos entre la agrupación de antenas de banda alta 1 y la agrupación de antenas de banda alta 2. La agrupación de antenas de banda alta 3 (164) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 113₂₁-113₃₁ y la agrupación de antenas de banda alta 4 (174) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 113₂₈-113₃₉. Por consiguiente, los elementos de antena 113₂₈-113₃₁ son comunes, o están compartidos entre la agrupación de antenas de banda alta 3 y la agrupación de antenas de banda alta 4.

[0054] La Figura 6 muestra una señal S1, etiquetada también como (161), representando la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 1, por ejemplo en el intervalo de frecuencia de 1710-2170 MHz. La señal S2, etiquetada también como (162), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 2, por ejemplo en el intervalo de frecuencia de 2500-2690 MHz. La descripción de cómo se procesan las señales, S1 y S2 y los detalles de las agrupaciones de antenas de banda alta se describen en conexión con el ejemplo de la Figura 1. Las señales para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 3 y la agrupación de antenas de banda alta 4 no se muestran, para mayor claridad. Por consiguiente, los expertos en la materia entenderán que pueden utilizarse disposiciones de alimentación de RF idénticas (o similares) para la transmisión de señales mediante la agrupación de antenas de banda alta 3 y la agrupación de antenas de banda alta 4.

[0055] De manera similar, para mayor claridad y facilidad de comprensión, la red de alimentación o de distribución de RF para la agrupación de elementos de antena de banda baja no se muestra. Por consiguiente, los expertos en la materia entenderán que una red de desviación de fase y de distribución convencional puede utilizarse para transmitir señales de banda baja. Aunque el ejemplo de la Figura 6 es similar al ejemplo de la

5 Figura 3, una diferencia notable es que el ejemplo de la Figura 6 duplica las dos agrupaciones de antena de banda alta y las sitúa al otro lado de la agrupación de antenas de banda baja, creando por tanto una topología de superficie de agrupación de antenas simétrica, con 5x agrupaciones en total.

[0056] Según el ejemplo de la Figura 3, la elección de la separación de elementos de antena se selecciona para permitir una topología de "célula unitaria" repetitiva, a lo largo de la superficie de la agrupación de antenas. Por ejemplo, una primera "célula unitaria" (181) incluye un elemento de banda baja 146₁ y los elementos de antena 113₁ y 113₂ de la agrupación de antenas de banda alta 1, y los elementos 113₂₁ y 113₂₂, de la agrupación de antenas de banda alta 3. En un modo de realización, el distanciamiento de elementos de antena, d_{e1} , también etiquetado como (191), es de 130 mm para los elemento de antena no compartidos 113₁-113₇ de la agrupación de antenas de banda alta 1 (1710-2170 MHz) y es idéntica (o casi idéntica) al distanciamiento de elementos de antena para los elementos de antena no compartidos 113₂₁-113₂₇ de la agrupación de antenas de banda alta 3. El distanciamiento de elementos de antena d_{e1} también está en una proporción de 1:2 en relación con el distanciamiento de elemento de banda baja, $d_{E1} = 260$ mm, también etiquetado como (193), que se aplica a los elementos de antena de banda baja 146₁ a 146₃. De manera similar, una segunda "célula unitaria" (182) comprende un elemento de antena de banda baja, tres elementos de antena de la agrupación de antenas de antenas de banda alta 2, y tres elementos de antena de la agrupación de antenas de antena de banda alta 4. Por ejemplo, tal como se indica, la célula unitaria (182) incluye el elemento de banda baja E_7 , los elementos de antena 113₁₄, 113₁₅ y 113₁₆ de la agrupación de antenas de banda alta 2, y los elementos 113₃₄, 113₃₅ y 113₃₆ de la agrupación de antenas de banda alta 4. En un modo de realización, el distanciamiento de elementos de antena, d_{e2} , también etiquetado como (192), es de 100 mm para los elementos de antena no compartidos 113₁₂-113₁₉ de la agrupación de antenas de banda alta 2 (2500-2690 MHz) y es idéntica (o casi idéntica) al distanciamiento de elementos de antena para los elementos de antena no compartidos 113₃₂-113₃₉ de la agrupación de antenas de banda alta 4, y en una proporción de 1:3 en relación con el distanciamiento de elementos de antena de banda baja, $d_{E2} = 300$ mm, también etiquetado como (194), y se aplica a los elementos de antena de banda baja 146₅ a 146₈. El distanciamiento de elementos de antena entre los elementos de antena de banda baja 146₃ y 146₄, y 146₄ y 146₅ que son adyacentes a los elementos de antena de banda alta compartidos o superpuestos puede utilizar un valor de distanciamiento intermedio (por ejemplo, 280 mm) o un cambio de distanciamiento progresivo. Según el ejemplo de la Figura 3, la agrupación de antenas general de banda baja tendrá un distanciamiento de elementos de antena de banda baja medio de aproximadamente 280 mm, que es aproximadamente $0,82 \lambda$, en la frecuencia central de la agrupación de antenas de banda baja (por ejemplo, 790-960 MHz), y representa un valor excelente para optimizar el intervalo de inclinación, los niveles de lóbulo lateral, y la gestión del acoplamiento mutuo entre elementos. El enfoque de "célula unitaria" también permite una mayor flexibilidad en el diseño general, especialmente para distintas variantes de la agrupación de antenas triple, por ejemplo para acomodar antenas con una longitud o ganancia total distinta.

[0057] El sexto modo de realización muestra un uso óptimo de una abertura de antena limitada o disponible o un espacio de radomo con el que soportar múltiples bandas espectrales, con un control de la inclinación de haz independiente por banda espectral. Al diseñar la topología, la separación de antenas y los elementos compartidos, la presente exposición proporciona libertades de diseño aumentadas para maximizar las métricas de rendimiento de la antena, como la ganancia, el intervalo de inclinación, la supresión de nivel de lóbulos laterales, y la minimización de la interferencia entre bandas, como la PIM.

[0058] Un séptimo modo de realización de la presente invención se ilustra en la Figura 7. La Figura 7 representa un diseño de topología de agrupación (700) presentando elementos de antena de banda baja con polarización cruzada (246₁-246₈), y elementos de antena de banda alta con polarización cruzada (213₁-213₃₆). El diseño de topología de agrupación (700) es similar al cuarto modo de realización con dos agrupaciones de antenas de banda alta idénticas (o sustancialmente similares) adicionales. En concreto, el diseño de la topología de la agrupación de antenas (700) incluye 5x agrupaciones con una agrupación de antenas central de banda baja con polarización cruzada (244), también etiquetadas como agrupación de antenas de banda baja 1, y comprendiendo elementos de antena de banda baja con polarización cruzada 246₁-246₈, que soportan un intervalo de banda baja de bandas espectrales (por ejemplo, 698-894 MHz) más dos agrupaciones de antenas de banda alta con polarización cruzada (214, 224) diseñadas para soportar dos intervalos de frecuencia de banda alta diferentes pero similares (por ejemplo, la banda alta 1 = dividida como 1710-1755 MHz/2110-2155 MHz y la banda alta 2 = 1850-1990 MHz), que están dispuestos a un lado de la agrupación de antenas de banda baja, más otras dos agrupaciones de antenas de banda alta con polarización cruzada idénticas (o similares) (264, 274) soportando los mismos intervalos de frecuencia de banda alta que las primeras dos agrupaciones de antenas de banda alta (por ejemplo, la banda alta 3 = dividida como 1710-1755 MHz/2110-2155 MHz y la banda alta 4 = 1850-1990 MHz), que están dispuestas al otro lado de la agrupación de antenas de banda baja.

[0059] La agrupación de antenas de banda alta 1 (214) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 213₁-213₁₀ y la agrupación de antenas de banda alta 2 (224) comprende los elementos de antena con

polarización cruzada 213₇-213₁₆. Por consiguiente, los elementos de antena 213₇-213₁₀ son comunes, o están compartidos entre la agrupación de antenas de banda alta 1 y la agrupación de antenas de banda alta 2. La agrupación de antenas de banda alta 3 (264) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 213₂₁-213₃₀ y la agrupación de antenas de banda alta 4 (274) comprende los elementos de antena con polarización cruzada 213₂₇-213₃₆. Por consiguiente, los elementos de antena 213₂₇-213₃₀ son comunes, o están compartidos entre la agrupación de antenas de banda alta 3 y la agrupación de antenas de banda alta 4.

[0060] La señal S1, etiquetada también como (261), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 1, por ejemplo en el intervalo de frecuencias de 1710-1755 MHz/2110-2155 MHz, o mejor conocido como la banda de Servicios Inalámbricos Avanzados (AWS) en EE.UU., Canadá y en otros lugares. La señal S2, etiquetada también como (262), representa la(s) señal(es) de RF destinada(s) para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 2, por ejemplo en el intervalo de frecuencia de 1850-1990 MHz, o mejor conocido como la banda de Servicio de Comunicaciones Personales (PCS) en EE.UU., Canadá y en otros lugares. La descripción de cómo se procesan las señales, S1 y S2 y los detalles de las agrupaciones de antenas de banda alta se describen en conexión con el ejemplo de la Figura 2. Las señales para la transmisión mediante la agrupación de antenas de banda alta 3 y la agrupación de antenas de banda alta 4 no se muestran, para mayor claridad. Por consiguiente, los expertos en la materia entenderán que pueden utilizarse disposiciones de alimentación de RF idénticas (o similares) para la transmisión de señales mediante la agrupación de antenas de banda alta 3 y la agrupación de antenas de banda alta 4.

[0061] De manera similar, para mayor claridad y facilidad de comprensión, la red de alimentación o de distribución de RF para la agrupación de elementos de antena de banda baja (244) no se muestra. Por consiguiente, los expertos en la materia entenderán que una red de desviación de fase y de distribución convencional puede utilizarse para transmitir señales de banda baja. Aunque el ejemplo de la Figura 7 es similar al ejemplo de la Figura 4, una diferencia notable es que el ejemplo de la Figura 7 duplica las dos agrupaciones de antenas de banda alta y las sitúa al otro lado de la agrupación de antenas de banda baja, creando por tanto una topología de superficie de agrupación de antenas simétrica, con 5x agrupaciones en total. Según el ejemplo de la Figura 4, la elección de la separación de elementos de antena ha sido diseñada para permitir una topología de "célula unitaria" repetitiva, a lo largo de la superficie de la agrupación de antenas. Por tanto, una "célula unitaria" en el presente ejemplo puede comprender un elemento de antena de banda baja y cuatro elementos de antena de banda alta. Por ejemplo, la célula unitaria (281) de ejemplo de la Figura 7 incluye un elemento de banda baja 246₁ y los elementos de antena 213₁ y 213₂ de la agrupación de antenas de banda alta 1, y los elementos 213₂₁ y 213₂₂, de la agrupación de antenas de banda alta 3. En un modo de realización, el distanciamiento de elementos de antena, d_{e1} , también etiquetado como (291), es de 130 mm, es el mismo para todas las agrupaciones de antenas de banda alta y está aproximadamente en una proporción de 1:2 en relación con el distanciamiento de elementos de banda baja, $d_{E1} = 260$ mm, también etiquetado como (293). El distanciamiento de elementos de banda baja d_{E1} se aplica a todos los elementos de banda baja 246₁ a 246₈ y es de aproximadamente $0,7\lambda$, en la frecuencia central de la agrupación de antenas de banda baja (por ejemplo, 698-894 MHz), y representa un buen valor para optimizar el intervalo de inclinación, los niveles de lóbulos laterales, y la gestión del acoplamiento mutuo entre elementos. El enfoque de "célula unitaria" también permite una mayor flexibilidad en el diseño general, especialmente para distintas variantes de la agrupación de antenas triple, por ejemplo para acomodar antenas con una longitud o ganancia total distinta.

[0062] El séptimo modo de realización muestra un uso óptimo de una abertura de antena limitada o disponible o un espacio de radomo con el que soportar múltiples bandas espectrales, con un control de inclinación de haz independiente por banda espectral. Al diseñar la topología, la separación de antenas y los elementos compartidos la presente exposición proporciona libertades de diseño aumentadas para maximizar las métricas de rendimiento de la antena, como la ganancia, el intervalo de inclinación, la supresión de nivel de lóbulos laterales, y la minimización de la interferencia entre bandas, como por PIM.

[0063] Aunque lo anterior describe varios ejemplos de conformidad con uno o más aspectos de la presente invención, puede(n) concebirse otro(s) ejemplo(s) adicional(es) de conformidad con el uno o más aspectos de la presente invención sin alejarse del alcance de la misma, que está determinado por la(s) siguiente(s) reivindicación(es).

REIVINDICACIONES

1. Sistema de antena que comprende:
al menos dos agrupaciones de antenas lineales comprendiendo:
 - 5 una primera agrupación de antenas lineal comprendiendo una primera pluralidad de elementos de antena;
y
 - una segunda agrupación de antenas lineal comprendiendo una segunda pluralidad de elementos de antena, donde la primera agrupación de antenas lineal es para transmitir y recibir señales en una primera banda espectral, y donde la segunda agrupación de antenas lineal es para transmitir y recibir señales en una segunda banda espectral que es diferente de la primera banda espectral;
 - 10 donde la primera agrupación de antenas lineal y segunda agrupación de antenas lineal están dispuestas para formar una agrupación de antenas lineal combinada de elementos de antena;
donde al menos dos elementos de antena consecutivos son comunes para la primera pluralidad de elementos de antena y la segunda pluralidad de elementos de antena; y
 - 15 donde una separación de elementos de antena entre los al menos dos elementos de antena consecutivos es un valor intermedio entre una separación de elementos de antena de otros elementos de antena consecutivos de la primera pluralidad de elementos de antena y una separación de elementos de antena de otros elementos de antena consecutivos de la segunda pluralidad de elementos de antena.

2. Sistema de antena según la reivindicación 1, comprendiendo además:
una tercera agrupación de antenas lineal comprendiendo una tercera pluralidad de elementos de antena para un funcionamiento en una tercera banda espectral, donde la tercera agrupación de antenas lineal está situada de manera coaxial respecto a la agrupación lineal combinada, y donde una longitud de la agrupación lineal combinada es aproximadamente la misma que una longitud de la tercera agrupación de antenas lineal.

3. Sistema de antena según la reivindicación 1, comprendiendo además:
una tercera agrupación de antenas lineal comprendiendo una tercera pluralidad de elementos de antena para un funcionamiento en una tercera banda espectral, donde la tercera agrupación de antenas lineal está situada adyacente a la agrupación lineal combinada, y donde una longitud de la agrupación de antenas lineal combinada es aproximadamente la misma que una longitud de la tercera agrupación de antenas lineal.

4. Sistema de antena según la reivindicación 3, comprendiendo además:
una cuarta agrupación de antenas lineal, comprendiendo:
30 una cuarta pluralidad de elementos de antena, donde la cuarta pluralidad de elementos de antena es de una misma configuración que la primera pluralidad de elementos de antena; y
una quinta agrupación de antenas lineal, comprendiendo:
una quinta pluralidad de elementos de antena, donde la quinta pluralidad de elementos de antena es de una misma configuración que la segunda pluralidad de elementos de antena,
35 donde la cuarta agrupación de antenas lineal y la quinta agrupación de antenas lineal están situadas adyacentes a la tercera agrupación de antenas lineal para formar una superficie de agrupación simétrica de cinco agrupaciones.

5. Sistema de antena según la reivindicación 3, donde la separación de elementos de antena para la primera agrupación de antenas lineal y la segunda agrupación de antenas lineal es una razón de enteros respecto a una separación de elementos de antena de la tercera agrupación de antenas lineal.

6. Sistema de antena según la reivindicación 5, comprendiendo además:
una cuarta agrupación de antenas lineal, comprendiendo:
una cuarta pluralidad de elementos de antena, donde la cuarta pluralidad de elementos de antena es de la misma configuración que la primera pluralidad de elementos de antena; y
45 una quinta agrupación de antenas lineal, comprendiendo:
una quinta pluralidad de elementos de antena, donde la quinta pluralidad de elementos de antena es de la misma configuración que la segunda pluralidad de elementos de antena,
donde la cuarta agrupación de antenas lineal y la quinta agrupación de antenas lineal están situadas adyacentes a la tercera agrupación de antenas lineal para formar una superficie de agrupación simétrica de cinco agrupaciones.
50

7. Sistema de antena según la reivindicación 1, comprendiendo además:
una tercera agrupación de antenas lineal comprendiendo una tercera pluralidad de elementos de antena para el funcionamiento en una tercera banda espectral, donde la tercera agrupación de antenas lineal está situada adyacente a la agrupación lineal combinada, y donde una longitud de la agrupación lineal combinada es aproximadamente la misma que una longitud de la tercera agrupación de antenas lineal.
55

8. Sistema de antena según la reivindicación 7, comprendiendo además:
una cuarta agrupación de antenas lineal, comprendiendo:

una cuarta pluralidad de elementos de antena, donde la cuarta pluralidad de elementos de antena es de la misma configuración que la primera pluralidad de elementos de antena; y
una quinta agrupación de antenas lineal, comprendiendo:

5 una quinta pluralidad de elementos de antena, donde la quinta pluralidad de elementos de antena es de la misma configuración que la segunda pluralidad de elementos de antena,
donde la cuarta agrupación de antenas lineal y la quinta agrupación de antenas lineal están situadas adyacentes a la tercera agrupación de antenas lineal para formar una superficie de agrupación simétrica de cinco agrupaciones.

10 **9.** Sistema de antena según la reivindicación 7, donde una separación de elementos de antena de elementos de antena no compartidos de la primera agrupación de antenas lineal es una razón de enteros respecto a una separación de elementos de antena de elementos de antena adyacentes de la tercera agrupación de antenas lineal, y donde una separación de elementos de antena de elementos de antena no compartidos de la segunda agrupación de antenas lineal es una razón de enteros distinta respecto a la separación de elementos de antena de los elementos de antena adyacentes de la tercera agrupación de antenas lineal.

15 **10.** Sistema de antena según la reivindicación 9, comprendiendo además:

una cuarta agrupación de antenas lineal, comprendiendo:

una cuarta pluralidad de elementos de antena, donde la cuarta pluralidad de elementos de antena es de la misma configuración que la primera pluralidad de elementos de antena; y

una quinta agrupación de antenas lineal, comprendiendo:

20 una quinta pluralidad de elementos de antena, donde la quinta pluralidad de elementos de antena es de la misma configuración que la segunda pluralidad de elementos de antena,
donde la cuarta agrupación de antenas lineal y la quinta agrupación de antenas lineal están situadas adyacentes a la tercera agrupación de antenas lineal para formar una superficie de agrupación simétrica de cinco agrupaciones.

25 **11.** Sistema de antena según la reivindicación 1, comprendiendo además:

una primera red de desviación de fase y de distribución de radiofrecuencias para distribuir una intensidad de radiofrecuencia e impartir un perfil de fase a lo largo de la primera agrupación de antenas lineal, donde la primera agrupación de antenas lineal está conectada a la primera red de desviación de fase y de distribución de radiofrecuencias; y

30 una segunda red de desviación de fase y de distribución de radiofrecuencias para distribuir una intensidad de radiofrecuencia e impartir un perfil de fase a lo largo de la segunda agrupación de antenas lineal, donde la segunda agrupación de antenas lineal está conectada a una segunda red de desviación de fase y de distribución de radiofrecuencias.

35 **12.** Sistema de antena según la reivindicación 11, comprendiendo además:

al menos un filtro de diplexado, donde los al menos dos elementos de antena consecutivos que están incluidos en la primera pluralidad de elementos de antena y la segunda pluralidad de elementos de antena están conectados a la primera red de desviación de fase y de distribución de radiofrecuencias y a la segunda red de desviación de fase y de distribución de radiofrecuencias mediante el al menos un filtro de diplexado.

13. Método para una comunicación utilizando un sistema de antena, comprendiendo el método:

40 recibir una primera señal de entrada para la transmisión en una primera banda espectral;
recibir una segunda señal de entrada para la transmisión en una segunda banda espectral;
transmitir la primera señal de entrada desde una primera agrupación de antenas lineal del sistema de antena en la primera banda espectral, comprendiendo la primera agrupación de antenas lineal una primera pluralidad de elementos de antena; y

45 transmitir la segunda señal de entrada desde una segunda agrupación de antenas lineal del sistema de antena en la segunda banda espectral, comprendiendo la segunda agrupación lineal una segunda pluralidad de elementos de antena, donde la primera agrupación de antenas lineal y segunda agrupación de antenas lineal están dispuestas para formar una agrupación lineal combinada de elementos de antena, donde al menos dos elementos de antena consecutivos son comunes para la primera pluralidad de elementos de antena y la segunda pluralidad de elementos de antena; y

50 donde una separación de elementos de antena entre los al menos dos elementos de antena consecutivos es un valor intermedio entre una separación de elementos de antena de otros elementos de antena consecutivos de la primera pluralidad de elementos de antena y una separación de elementos de antena de otros elementos de antena de la segunda pluralidad de elementos de antena.

55 **14.** Método para una comunicación utilizando un sistema de antena, comprendiendo el método:

recibir una primera señal en una primera banda espectral mediante una primera agrupación de antenas lineal del sistema de antena, comprendiendo la primera agrupación de antenas lineal una primera pluralidad de elementos de antena;

5 recibir una segunda señal en una segunda banda espectral mediante una segunda agrupación de antenas lineal del sistema de antena, comprendiendo la segunda agrupación de antenas lineal una segunda pluralidad de elementos de antena, generando la primera señal mediante una primera red de desviación de fase y de distribución de radiofrecuencias que está conectada a una primera agrupación de antenas lineal, y generar la segunda señal mediante una segunda red de desviación de fase y de distribución de radiofrecuencias que está conectada a la segunda agrupación de antenas lineal.

10 donde la primera agrupación de antenas lineal y segunda agrupación de antenas lineal están dispuestas para formar una agrupación lineal combinada de elementos de antena, donde al menos dos elementos de antena consecutivos son comunes para la primera pluralidad de elementos de antena y la segunda pluralidad de elementos de antena; y

donde una separación de elementos de antena entre los al menos dos elementos de antena consecutivos es un valor intermedio entre una separación de elementos de antena de otros elementos de antena consecutivos de la primera pluralidad de elementos de antena y una separación de elementos de antena de otros elementos de antena consecutivos de la segunda pluralidad de elementos de antena.

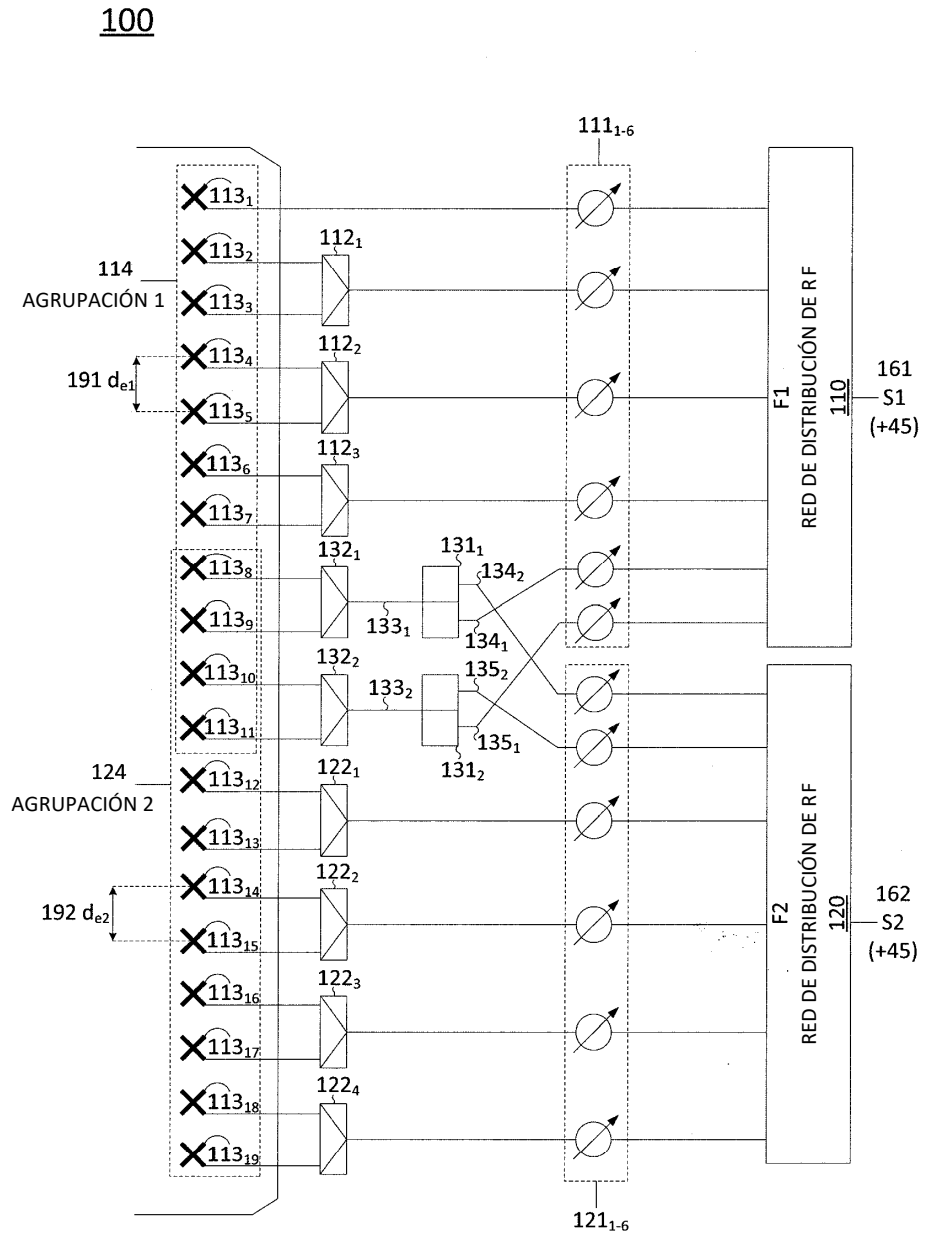


FIG. 1

200

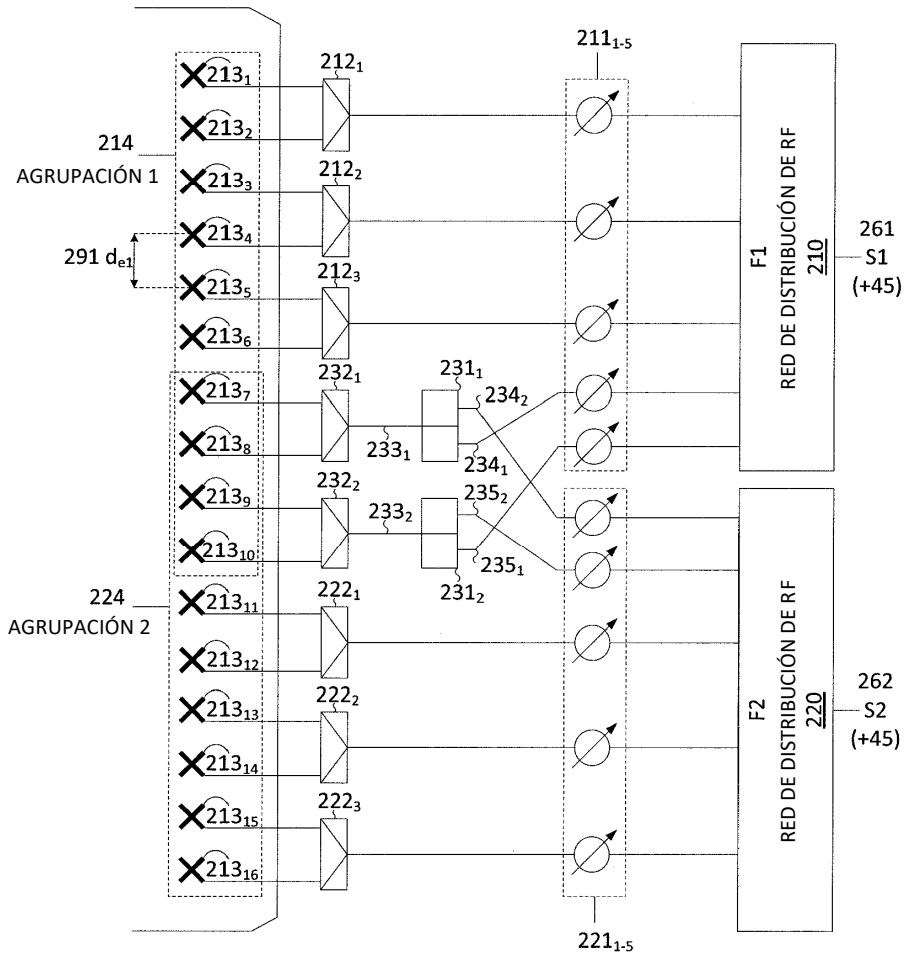


FIG. 2

300

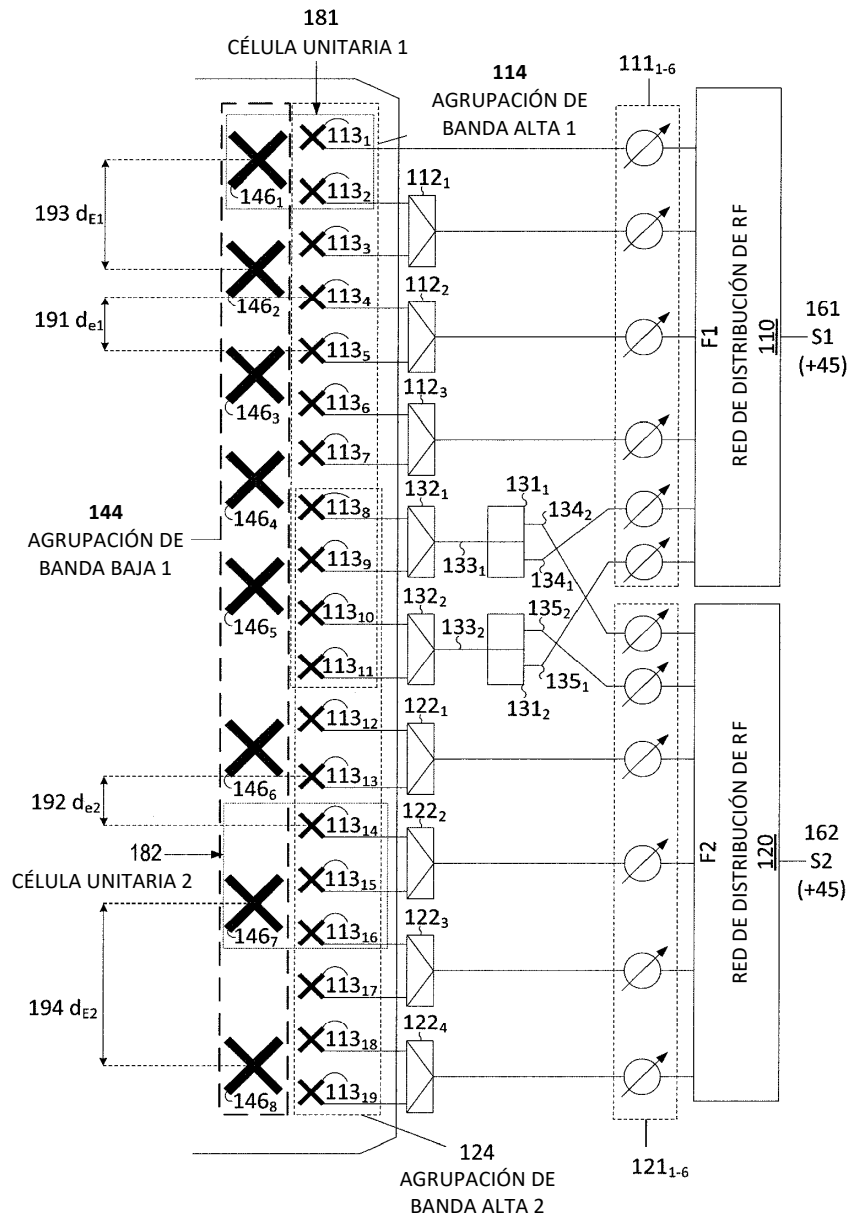


FIG. 3

400

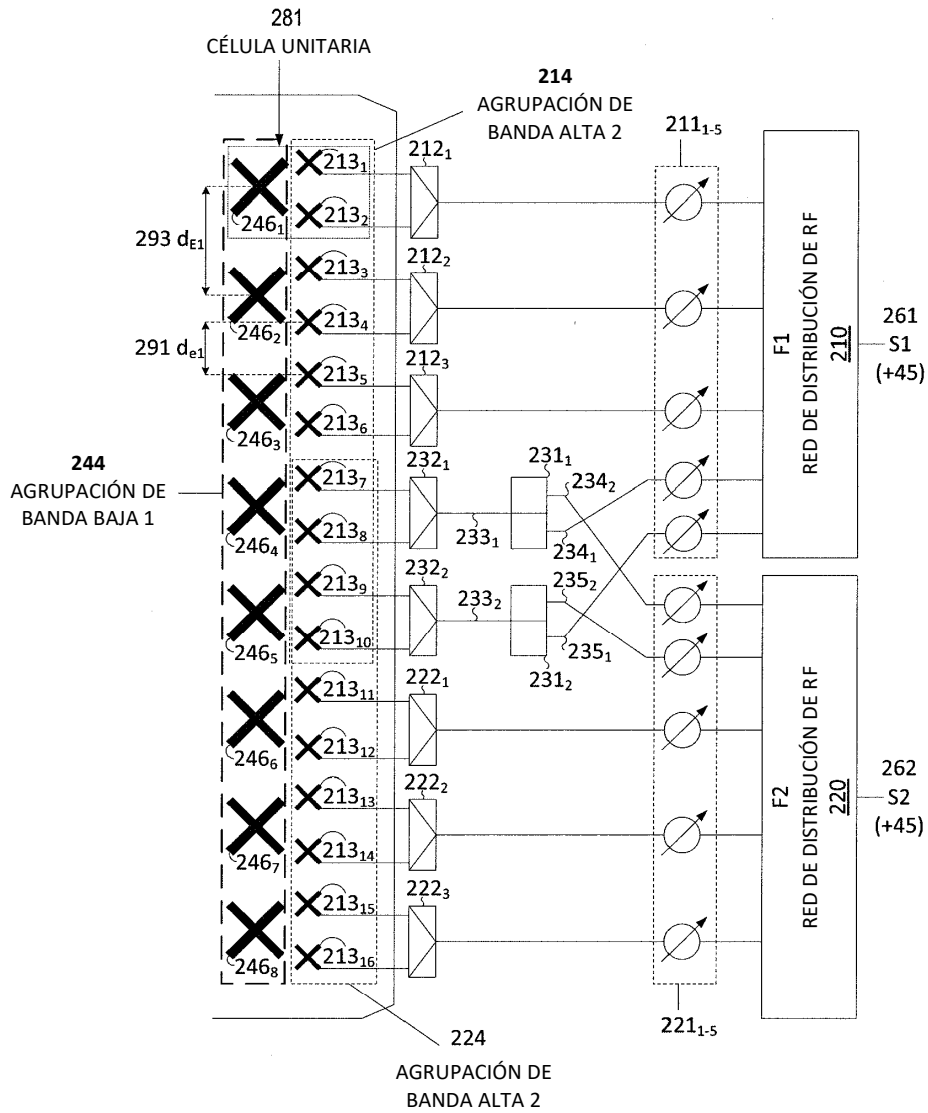


FIG. 4

500

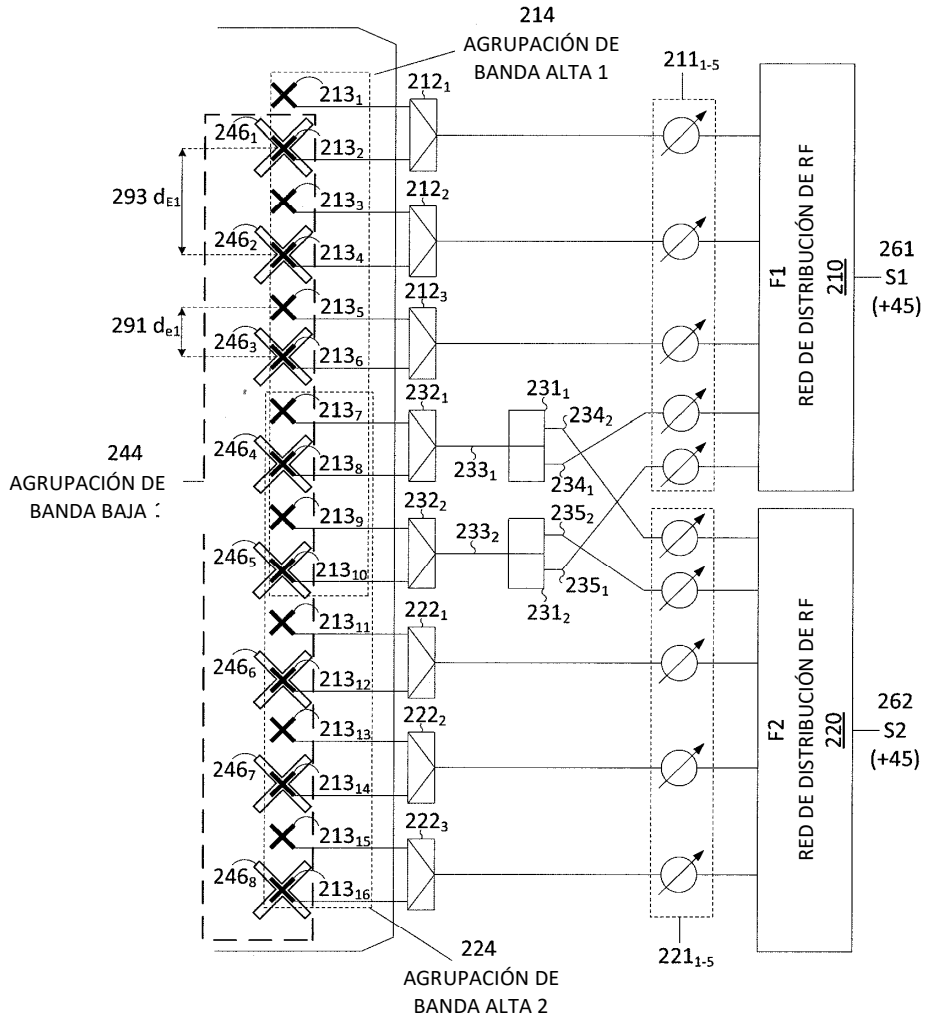


FIG. 5

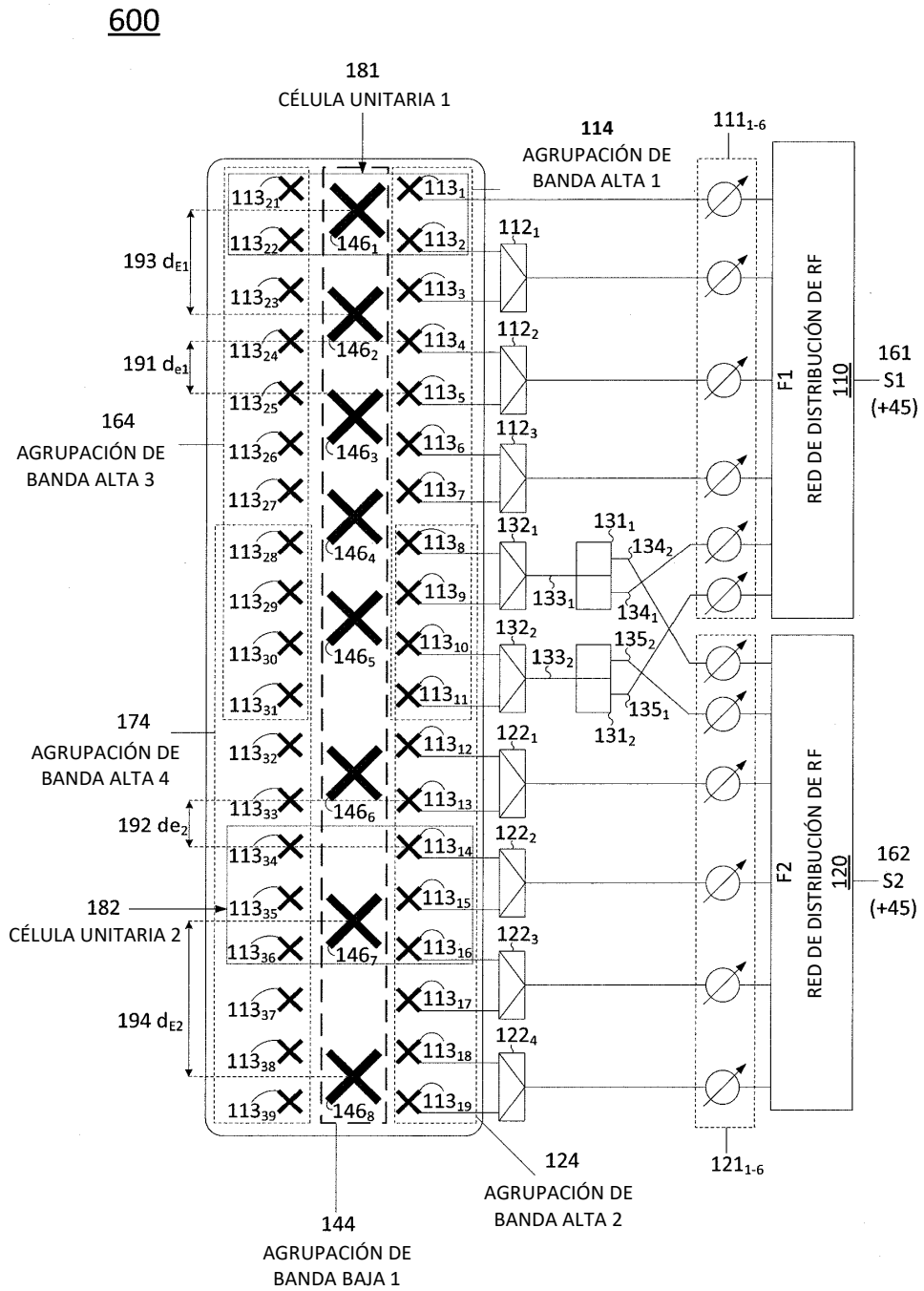


FIG. 6

700

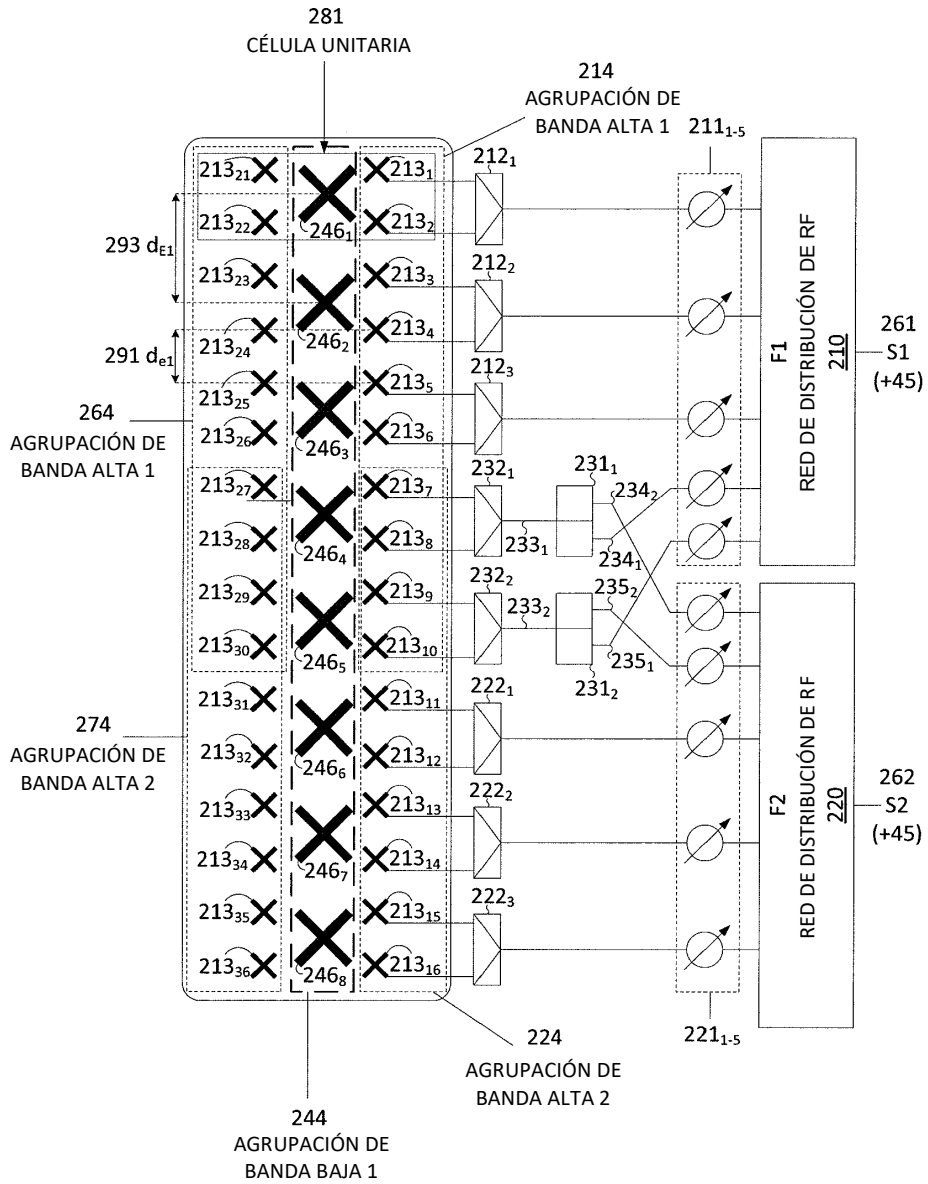


FIG. 7