

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 972 818**

51 Int. Cl.:

H04B 7/00 (2006.01)

H04B 7/10 (2007.01)

H04B 7/185 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H01Q 15/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2021** **E 21153223 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2023** **EP 3859986**

54 Título: **Realización y aplicación de polarización circular simultánea en sistemas de polarización única conmutable**

30 Prioridad:

29.01.2020 US 202016775375

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.06.2024

73 Titular/es:

THINKOM SOLUTIONS, INC. (100.0%)
4881 W. 145th Street
Hawthorne, CA 90250, US

72 Inventor/es:

MILROY, WILLIAM W. y
VALDES, RAYMOND

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 972 818 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

Realización y aplicación de polarización circular simultánea en sistemas de polarización única conmutable

Campo técnico

5 La presente invención se refiere generalmente a sistemas de antena y, más particularmente, a un sistema y procedimiento de antena de polarización conmutable que puede soportar la polarización dual simultánea.

Técnica antecedente

Existen un gran número de aplicaciones en las cuales la capacidad de soportar de manera simple, económica, y simultáneamente tanto la polarización circular derecha (RHCP) como la polarización circular izquierda (LHCP) proporciona un gran beneficio operativo. Por ejemplo, en las aplicaciones de satélite es común emplear polarizaciones alternativas (RHCP y LHCP) y frecuencias distintas (f_1 y f_2) entre haces puntuales adyacentes ("huellas" a lo largo de la superficie de la tierra) Esta polarización y frecuencia "esquema de colores" permite eliminar las interferencias indeseables de los haces cercanos. Los haces puntuales adyacentes están situados de manera parcial superpuestos entre sí, proporcionando así una región superpuesta estrecha en la que un terminal móvil de usuario puede "transicionar" fácilmente de un haz a otro. Esta "negociación" o "transferencia" entre haces adyacentes requiere en general implementaciones de antena de polarización dual (RHCP y LHCP) relativamente complejas con el fin de recibir (y transmitir) (temporalmente) las polarizaciones RHCP y LHCP que están presentes en estas regiones de transición superpuestas. Estas complejas implementaciones de antena de polarización dual aumentan la complejidad y el coste del sistema.

Adicionalmente, es común que un determinado servicio por satélite emplee tanto "superposición" (una amplia región de cobertura geográfica) como haces puntuales (múltiples regiones de cobertura geográfica estrechas y superpuestas) sobre un área de usuario común con el fin de dar soporte tanto a la radiodifusión (a través de la "superposición") como a Internet de banda ancha (a través de los diversos haces puntuales) La difusión puede incluir programación de televisión, vídeo, y/o flujos de datos tales como actualizaciones de software y similares. Al igual que en el caso mencionado anteriormente de las regiones superpuestas de haces puntuales adyacentes, es práctica común emplear tanto la polarización como la discriminación de frecuencia entre la superposición del haz o haces puntual(es) y el haz "superpuesto" con el fin de eliminar las interferencias no deseadas. Una vez más, la capacidad de soportar simultáneamente tanto la RHCP como la LHCP (sin complejidad ni costes añadidos) es una capacidad altamente valorada.

Las antenas parabólicas de polarización dual especializadas (con estructuras de bocina de alimentación complejas) son capaces de recibir y transmitir simultáneamente polarizaciones circulares duales (RHCP y LHCP) Sin embargo, estas antenas no son planas (es decir, son de perfil alto) y son costosas, y por lo general están limitadas en su capacidad para soportar el ancho de banda de frecuencia más amplio y las demandas de mayor agilidad de haz de los terminales de usuario de satélite modernos.

Se han demostrado con éxito antenas de conjunto planas de polarización dual, que emplean parches radiantes de polarización dual, ranuras, o guías de ondas abiertas, pero son muy complejas. Además, y de manera similar a las antenas parabólicas de polarización dual, estas antenas de conjunto planas de polarización dual típicamente sufren las mismas limitaciones de ancho de banda de frecuencia que las antenas parabólicas.

El documento US2010/109960A1 divulga un sistema que comprende una antena plana linealmente polarizada y un polarizador para conmutar estados de polarización. El documento EP2725657A1 divulga una antena receptora de múltiples haces de polarización circular dual.

Sumario de la invención

De acuerdo con la invención, se proporcionan un procedimiento y un sistema para proporcionar polarización dual simultánea como se define en la reivindicación 1 y la reivindicación 11, respectivamente. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones preferentes y/o ventajosas de la invención.

Un sistema y procedimiento de acuerdo con la presente invención explotan la naturaleza canónica (natural) "dual-circular" de una única polarización lineal para proporcionar un medio simple y de bajo coste para soportar la funcionalidad de polarización dual en el soporte de las transferencias de satélites entre haces. De acuerdo con la invención, los estados de polarización normal (única) de un polarizador se utilizan en combinación con el estado "inerte" (lineal) no utilizado del polarizador para conmutar selectivamente entre un estado de polarización singular (por ejemplo, LHCP o RHCP) a un estado de polarización dual (por ejemplo, LHCP y RHCP).

- En una realización, el procedimiento incluye proporcionar cobertura sin interrupciones para un dispositivo electrónico que transiciona entre haces puntuales adyacentes colocando el polarizador en el primer estado de polarización o en el segundo estado de polarización en base a un tipo de polarización empleado por un haz puntual que sirve un área en la cual reside el dispositivo electrónico; y colocando el polarizador en el tercer estado de polarización cuando el dispositivo electrónico está en un área servida por dos haces puntuales que emplean polarizaciones diferentes.
- En una realización, los patrones de transmisión de haz puntual emplean un primer estado de polarización y un patrón de transmisión de superposición emplea un segundo estado de polarización diferente del primer estado de polarización, incluyendo el procedimiento además proporcionar la recepción simultánea de patrones de transmisión de haz puntual y patrones de transmisión de superposición colocando el polarizador en el tercer estado de polarización.
- En una realización, colocar el polarizador en el tercer estado de polarización comprende colocar el polarizador en un estado que enfatiza uno de LHCP o RHCP sobre el otro de LHCP o RHCP.
- En una realización, colocar el polarizador en un estado que enfatiza uno de LHCP o RHCP sobre el otro de LHCP o RHCP incluye: determinar una distancia del dispositivo electrónico desde un límite exterior más cercano de cada uno de los dos haces puntuales; determinar una polarización del haz puntual que tiene un límite exterior que está más alejado de una ubicación del dispositivo electrónico; y colocar el polarizador en un estado que enfatiza una polarización del haz puntual que tiene el límite exterior que está más alejado de la ubicación del dispositivo electrónico.
- En una realización, colocar el polarizador en un estado que favorezca uno de LHCP o RHCP sobre el otro de LHCP o RHCP incluye basar el estado favorecido del polarizador en una polaridad del haz puntual.
- En una realización, el segundo estado de polarización es estrictamente uno de LHCP o RHCP.
- En una realización, el primer estado de polarización es estrictamente uno de LHCP o RHCP.
- En una realización, el procedimiento incluye el uso de al menos uno de un polarizador de línea de meandro, un polarizador de paleta rotativa, un polarizador de transductor ortomodo, o un polarizador de placa de cuarto de onda para proporcionar cada estado de polarización.
- En una realización, el uso incluye utilizar el polarizador de línea de meandro, en el que el polarizador de línea de meandro comprende una pluralidad de líneas de meandro y la antena plana linealmente polarizada comprende una abertura, y en la que colocar el polarizador en el tercer estado de polarización comprende orientar un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro paralelo a la orientación de polarización del campo E de la abertura.
- En una realización, el uso incluye utilizar el polarizador de línea de meandro, en el que el polarizador de línea de meandro comprende una pluralidad de líneas de meandro y la antena plana linealmente polarizada comprende una abertura, y en la que colocar el polarizador en el tercer estado de polarización comprende orientar un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro perpendicular a la orientación de polarización del campo E de la abertura.
- En una realización, el polarizador de línea de meandro comprende una pluralidad de líneas de meandro y la antena plana linealmente polarizada comprende una abertura, y en la que colocar el polarizador en el primer o segundo estado de polarización comprende orientar un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro en un ángulo distinto de cero con respecto a una orientación de polarización de la abertura.
- En una realización, el ángulo distinto de cero es uno de aproximadamente 45 grados o aproximadamente -45 grados.
- En una realización, el polarizador incluye además un segundo estado de polarización que comprende principalmente uno de los otros de LHCP o RHCP.
- En una realización, el polarizador incluye un dispositivo motriz acoplado comunicativamente al controlador y operativo para posicionar selectivamente el polarizador con respecto a la abertura, en la que el controlador está configurado para ordenar selectivamente al dispositivo motriz que posicione el polarizador con respecto a la abertura para producir cualquiera de los estados de polarización.
- En una realización, el dispositivo motriz es operativo para cambiar una relación angular entre la abertura y el polarizador.
- En una realización, el polarizador incluye un polarizador de línea de meandro.
- En una realización, el polarizador de línea de meandro incluye una pluralidad de líneas de meandro, y el controlador está configurado para colocar el polarizador en el tercer estado de polarización ordenando al dispositivo motriz que oriente un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro paralelo a la orientación de polarización del campo E de la abertura.

En una realización, el polarizador de línea de meandro incluye una pluralidad de líneas de meandro, y el controlador está configurado para colocar el polarizador en el tercer estado de polarización ordenando al dispositivo motriz que oriente un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro perpendicular a la orientación de polarización del campo E de la abertura.

- 5 En una realización, el polarizador de línea de meandro incluye una pluralidad de líneas de meandro, y en la que el controlador está configurado para colocar el polarizador en el primer estado de polarización ordenando al dispositivo motriz que oriente un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro en un ángulo distinto de cero con respecto a una orientación de polarización de la abertura.

En una realización, el ángulo distinto de cero es uno de aproximadamente 45 grados o aproximadamente -45 grados.

- 10 Para la realización de los fines anteriores y relacionados, la invención, entonces, comprende las características que se describen de aquí en adelante de manera completa y que se señalan particularmente en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos anexos exponen en detalle determinadas realizaciones ilustrativas de la invención. Estas realizaciones son indicativas, sin embargo, de sólo algunas de las diversas formas en las cuales los principios de la invención pueden ser empleados. Otros objetos, ventajas y características novedosas de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la invención cuando se considere en conjunto con los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos anexos, las referencias similares indican partes o características similares.

- 20 La Figura 1A ilustra una orientación y sentidos típicos de la polarización que incide y sale de una capa polarizadora cuando se convierte la polarización lineal incidente en polarización circular RHCP a través del polarizador de línea de meandro (condición "activada" únicamente RHCP).

La Figura 1B ilustra una orientación y sentidos típicos de la polarización que incide y sale de una capa polarizadora cuando se convierte la polarización lineal incidente en polarización circular LHCP a través del polarizador de línea de meandro (condición "activada" únicamente LHCP).

- 25 La Figura 1C ilustra la orientación intermedia y los sentidos de la polarización que incide y sale de una capa polarizadora cuando se convierte la polarización lineal incidente en polarización lineal a través del polarizador de línea de meandro (RHCP y LHCP, condición "inerte").

La Figura 2 muestra la construcción típica y la sección transversal de un polarizador de línea de meandro representativo.

- 30 La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra un sistema para proporcionar rotación relativa entre el polarizador de línea de meandro y la abertura de la antena.

La Figura 4 ilustra un caso de uso ejemplar en el cual se proporciona una cobertura sin interrupciones mientras un usuario móvil realiza una transición entre haces puntuales adyacentes de acuerdo con la invención.

- 35 La Figura 5 ilustra otro caso de uso ejemplar en el cual se proporciona la recepción simultánea tanto de RHCP (Superposición de difusión) como de LHCP (haz puntual de internet) de acuerdo con la invención.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra etapas ejemplares de un procedimiento de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

- 40 Las realizaciones de la presente invención se describirán ahora con referencia a los dibujos, en los que se utilizan números de referencia similares para referirse a elementos similares. Se entenderá que las figuras no son necesariamente a escala.

- Adicionalmente, la presente invención se describirá en el contexto de un polarizador de línea de meandro. Sin embargo, los principios de la invención son aplicables a otros tipos de polarizadores, ejemplos no limitativos de los cuales incluyen un polarizador de paleta rotativa, un polarizador transductor ortomodo, un polarizador de placa de cuarto de onda, y similares.

Un sistema y un procedimiento de acuerdo con la invención permiten la implementación de un sistema simple de antena de polarización única conmutable que es conmutable entre el sentido de polarización RHCP O LHCP. Además, el sistema y el procedimiento de acuerdo con la invención permiten el funcionamiento (temporalmente, según sea

necesario) como un sistema de antena de polarización dual simultánea más capaz en ambos sentidos de polarización RHCP y LHCP, permitiendo así aumentar la flexibilidad y funcionalidad en aplicaciones avanzadas de haz puntual y terminal de usuario de satélite puntual/de superposición.

De acuerdo con la invención, utilizando el posicionamiento "intermedio" de un mecanismo de conmutación de polarización para colocar el polarizador en un estado intermedio (inerte), un sistema de antena de polarización conmutable puede soportar de manera única la polarización circular dual simultánea. Tal como se utiliza en la presente memoria, una posición "intermedia" se refiere a una posición que está entre estados de polarización. Por ejemplo, si un primer estado de polarización (por ejemplo, LHCP) se logra orientando un componente del polarizador en una primera posición, y un segundo estado de polarización (por ejemplo, RHCP) se logra orientando el componente del polarizador en una segunda posición diferente, la posición intermedia es una posición entre la primera posición y la segunda posición, preferentemente a mitad de camino entre las dos posiciones. Sin embargo, alguna variación a cada lado del punto medio se considera dentro del ámbito de la invención (por ejemplo, 15 por ciento a cada lado del punto medio). La utilización del estado intermedio (inerte) permite utilizar el sistema de antena para recibir y transmitir señales electromagnéticas (RF) de radiofrecuencia en un intervalo mucho más amplio de aplicaciones. A este respecto, el sistema y el procedimiento de acuerdo con la invención explotan el hecho de que una única señal de polarización lineal es un caso especial de superposición de dos señales de polarización circular (RHCP y LHCP) ortogonales (sentido opuesto) simultáneas

Un polarizador de "línea de meandro" convencional se utiliza típicamente (únicamente) para convertir la polarización lineal de una antena plana polarizada linealmente en uno (u otro) sentido de polarización circular (ya sea RHCP o LHCP). Es bien sabido que estos dos sentidos de polarización circular distintos (ortogonales) pueden realizarse mediante la orientación rotacional de las "trazas" del polarizador de línea de meandro, orientadas aproximadamente 45 grados en el sentido horario (para RHCP) o aproximadamente 45 grados en sentido contrario al sentido horario (para LHCP) con respecto a la polarización lineal de la antena plana a la cual está fijado. De este modo, el polarizador es "conmutable" entre los sentidos de polarización RHCP y LHCP (si se emplea un mecanismo de accionamiento rotativo). Sin embargo, este mismo mecanismo tiene la capacidad de orientar las trazas de la línea de meandro a 0 grados (paralelas) o 90 grados (perpendicular) con respecto a la abertura. Esto es un novedoso uso no convencional ("inerte") del polarizador de línea de meandro, generalmente NO considerado como uso beneficioso, en el sentido de que la polarización de la antena plana linealmente polarizada se deja sin cambios (es decir, en estos dos estados intermedios, se considera que el polarizador de línea de meandro "no cumple ninguna función útil"). Sin embargo, en base a la observación antes mencionada de que estos "inútiles" estados intermedios (de polarización lineal) no equivalen ni a LHCP puro ni a RHCP puro, sino más bien a LHCP y RHCP duales simultáneos, con la utilidad de permitir entonces aplicaciones beneficiosas de "polarización circular dual" (aunque con una reducción del rendimiento de ganancia de la antena a la vez que funciona en el modo "dual" intermedio)

La síntesis de una señal variable polarizada circularmente es posible empleando un polarizador de línea de meandro próximo a una abertura de antena plana polarizada linealmente. Como se discute con más detalle más adelante, un polarizador de línea de meandro se realiza típicamente como una estructura laminada de múltiple capa, con patrones conductores de línea de meandro grabados en cada una de las superficies de sustrato dieléctrico "apiladas". Un campo lineal que interactúe con estos patrones de meandro tendrá sus componentes de campo normal y paralelo cargados de manera inductiva y capacitivamente en base a la orientación de los patrones de línea de meandro. Cuando estos patrones de polarizador de línea de meandro (el eje de las "trazas" de la línea de meandro) están orientados 45/-45 grados con respecto a la abertura lineal de la antena, el campo de transmisión es un campo circular ideal derecho (RHCP) o izquierdo (LHCP), donde la relación de aspecto de los ejes mayor y menor es la unidad. Menos convencionalmente reconocido, cuando el polarizador de línea de meandro se orienta/posiciona a 0 o 90 grados con respecto a la orientación linealmente polarizada de la antena plana, el campo polarizado resultante se vuelve altamente elíptico, efectivamente un campo linealmente polarizado. Este campo polarizado linealmente incluye componentes LHCP y RHCP.

Ahora con referencia a las Figuras 1A-1C, se ilustra una vista en despiece superior de un sistema 10 de antena ejemplar que puede utilizarse en relación con la presente invención, incluyendo el sistema 10 de antena un polarizador 11 para conmutar selectivamente entre LHCP, RHCP y la polarización lineal. Las Figuras 1A y 1B ilustran el polarizador 11 configurado para la polarización circular (LHCP o RHCP), y la Figura 1C ilustra el polarizador configurado para el estado "inerte" (polarización lineal a partir de la cual se deriva simultáneamente una combinación de LHCP y RHCP).

El sistema 10 de antena incluye una antena con una abertura 20 linealmente polarizada para transmitir y recibir una señal. En la realización ilustrada, la abertura 20 linealmente polarizada es una antena transversal continua (VICTS) de inclinación variable. Sin embargo, el sistema y el procedimiento de acuerdo con la invención pueden utilizarse con otros tipos de aberturas linealmente polarizadas.

El polarizador 11 ejemplar de las Figuras 1A-1C comprende un polarizador 12 de línea de meandro separado de la abertura 20 linealmente polarizada para definir un hueco 22 formado entre el polarizador 12 de línea de meandro y la abertura 20. En el hueco 22 hay aire o un espaciador 18a de espuma. Una finalidad del espaciador 18a de espuma opcional, el cual puede estar formado a partir de espuma de baja densidad, es mantener un espaciado constante entre el polarizador 12 de línea de meandro y la abertura 20, sin embargo, son posibles otros procedimientos para mantener tal espaciado.

Brevemente con referencia a la Figura 2, se ilustra una vista en perspectiva junto con vistas en sección de un polarizador 12 de línea de meandro ejemplar que puede utilizarse con el sistema y procedimiento de acuerdo con la invención. El polarizador 12 de línea de meandro ejemplar tiene un factor de forma circular para facilitar la rotación del polarizador de línea de meandro y la abertura 20 de antena alrededor de un eje común. Un beneficio de utilizar un factor de forma circular es que garantiza que el área de superficie del polarizador de línea de meandro, cuando el polarizador está dispuesto en un eje común a través del centro de la abertura 20, se superponga completamente independientemente de la orientación angular del polarizador con respecto a la abertura. El polarizador de línea de meandro ejemplar de la Figura 2 está formado a partir de tres capas individuales, 13a, 13b, 13c, cada capa dispuesta paralelamente a la otra y espaciadas entre sí por una distancia preestablecida. Cada capa incluye una pluralidad de trazas 15a de línea de meandro formadas sobre un sustrato 15b, con un espaciador 15c dispuesto entre sustratos adyacentes. Aunque el polarizador 12 de línea de meandro ejemplar de la Figura 2 incluye tres capas, es posible utilizar un polarizador 12 de línea de meandro con menos capas (por ejemplo, dos capas) o más de tres capas (por ejemplo, cuatro, cinco, seis o más capas)

Los polarizadores de línea de meandro están diseñados genéricamente para proporcionar la típica diferencia de fase de transmisión diferencial en "cuadratura" (90 grados) entre los componentes de onda linealmente polarizados incidentes paralela y perpendicular, con respecto a un eje común de las trazas 15a de línea de meandro. De esta manera, la polarización lineal incidente se convierte en polarización circular cuando la polarización lineal incidente se orienta aproximadamente a +45 o -45 grados con respecto a estos ejes (presentando así magnitudes aproximadamente iguales de componentes de campo paralelas y perpendiculares) Tal como se utiliza en la presente memoria, la referencia a una orientación angular "aproximada" incluye la orientación angular especificada más o menos 15 grados. Por lo tanto, "aproximadamente +45 grados o -45 grados" incluye de +60 a +30 grados o de -30 grados a -60 grados, respectivamente.

Con referencia continua a las Figuras 1A-1C, para una polarización CIRCULAR deseada (resultante) del polarizador, el polarizador 12 se rota/orienta de tal manera que un eje longitudinal de las líneas de meandro del polarizador 12 sea aproximadamente +45 o -45 grados con respecto a la polarización 24 "natural" (también denominada campo E) de la abertura 20 de antena.

Por ejemplo, para una RHCP 28a deseada, como se muestra en la Figura 1A, el polarizador 12 se rota/orienta de tal manera que el eje longitudinal de las líneas de meandro del polarizador 12 estén aproximadamente +45 grados con respecto a la polarización 24 "natural" de la abertura 20 de antena. Esto esencialmente "activa" el polarizador 12 de tal manera que convierte la polarización lineal intrínseca de la abertura 20 a RHCP. Para una LHCP 28b deseada, como se muestra en la Figura 1B, el polarizador 12 se rota/orienta de tal manera que el eje longitudinal de las líneas de meandro del polarizador 12 sea aproximadamente -45 grados con respecto a la polarización 24 natural de la abertura 20 de antena. Esto esencialmente "activa" el polarizador 12 de tal manera que convierte la polarización lineal intrínseca de la abertura 20 a LHCP 28b.

La Figura 1C ilustra las líneas de meandro del polarizador interior a aproximadamente 0 grados con respecto a la polarización 24 natural de la abertura 20 de antena. Esto esencialmente "desactiva" el polarizador 12 de tal manera que no tiene ningún impacto de polarización primaria (es decir, la condición inerte). Como resultado, la polarización lineal se pasa a través y sin cambios desde la abertura 20 polarizada lineal.

El control de movimiento independiente del polarizador 12 de línea de meandro con respecto a la abertura 20 garantiza que se pueda lograr la polarización deseada. Tal movimiento se puede lograr mediante accionamiento directo, accionamiento por engranaje, accionamiento por correa, u otros procedimientos de rotación comunes con el fin de cambiar una relación angular entre la abertura y el polarizador. Por ejemplo, y brevemente con referencia a la Figura 3, el polarizador 12 puede estar montado en un husillo 30 y se puede rotar alrededor del husillo, y un dispositivo 32 motriz puede estar acoplado al polarizador 12 de línea de meandro. El dispositivo 32 motriz puede ser un motor eléctrico, por ejemplo, o un dispositivo similar, y puede estar acoplado al polarizador a través de un acoplador 36 de accionamiento, tal como un accionamiento por correa, un accionamiento por engranaje, un accionamiento por tornillo, un accionamiento por husillo o similar. Un controlador 38, el cual incluye, por ejemplo, un procesador y una memoria o un circuito integrado de aplicación específica, está configurado para implementar un procedimiento de acuerdo con la invención. El controlador 38 se comunica con el actuador 32 para rotar el polarizador 12 y producir las orientaciones deseadas (por ejemplo, el controlador está configurado para ordenar selectivamente al dispositivo(s) motriz(ces) que

posicione(n) el polarizador con respecto a la abertura para producir una cualquiera de las polarizaciones) Uno o más dispositivos de retroalimentación (no se muestran) acoplados operativamente al polarizador 12 y acoplados comunicativamente al controlador 38 permiten el control de posición en bucle cerrado.

De acuerdo con la invención, y como se describe con más detalle más adelante, el polarizador de línea de meandro descrito se emplea de una manera no convencional novedosa para explotar los ángulos de rotación "inertes" intermedios y realizar temporalmente la polarización circular dual simultánea. El sistema y procedimiento de acuerdo con la invención "potencia" la capacidad de una antena de polarización lineal fija única mucho más simple, menos compleja, menos voluminosa, y menos costosa para proporcionar no sólo la polarización RHCP o LHCP, sino también los sentidos de polarización RHCP y LHCP dual simultánea.

Existen redes de satélites que utilizan la polarización, además de la frecuencia, para diferenciar las señales de comunicación. Por ejemplo, y con referencia a la Figura 4, se ilustra una aplicación ejemplar en la cual la cobertura celular de los Estados Unidos se proporciona a través de múltiples haces 50 puntuales, utilizando cada haz puntual la LHCP o RHCP y un funcionamiento de frecuencia f_1 o f_2 . En muchos casos, los haces puntuales adyacentes utilizan la misma frecuencia y polarización, por ejemplo, f_1 y LHCP, y por lo tanto la transición de un dispositivo móvil entre tales haces puntuales no requiere ningún cambio de polarización o frecuencia. Sin embargo, debido a la interferencia en una región específica o por otras razones, puede ser ventajoso utilizar una polarización y frecuencia diferentes (por ejemplo, RHCP y f_2) con respecto al haz o haces puntual(es) adyacente(s). Por lo tanto, en determinados casos, dos o más haces 50a, 50b, 50c puntuales adyacentes pueden tener polarizaciones diferentes y operar a frecuencias diferentes. Por ejemplo, en la Figura 4 los haces 50a y 50c puntuales pueden operar con RHCP 52a y frecuencia f_1 y el haz puntual 50b puede funcionar con LHCP 52b y a frecuencia f_2 .

Como se puede apreciar en la Figura 4, los haces puntuales adyacentes tienen regiones de superposición, y cuando se produce tal superposición entre haces puntuales que tienen polarizaciones diferentes, se crean zonas de "polarización 54 dual". A medida que un dispositivo móvil se mueve a lo largo de un trayecto 56, el dispositivo móvil transiciona a partir del haz 50a puntual hasta el haz 50b puntual y luego hasta haz 50c puntual. Como resultado, el dispositivo móvil debe adaptarse al cambio de polarización en cada haz puntual y, en particular, debe ser capaz de realizar simultáneamente la LHCP y la RHCP en las regiones superpuestas para conectarse a ambos haces simultáneamente (y, por lo tanto, permitir una transferencia sin interrupciones entre haces).

Ahora con referencia a la Figura 5, se ilustra otra aplicación en la cual un dispositivo móvil requiere simultáneamente la LHCP y la RHCP en regiones 60 superpuestas. En este ejemplo, los haces 62a, 62b, 62c puntuales "estrechos" proporcionan, por ejemplo, capacidad de comunicación celular, a la vez que un haz 64 superpuesto "ancho" proporciona capacidad de difusión. En el ejemplo de la Figura 5, los haces 62a, 62b, 62c puntuales operan utilizando la misma polaridad, por ejemplo, LHCP, con diferentes frecuencias f_1 , f_2 , a la vez que el haz 64 superpuesto de difusión opera utilizando una polaridad y frecuencia diferentes de los haces puntuales, por ejemplo, RHCP y f_3 . A medida que un dispositivo móvil se mueve a lo largo de un trayecto 66 como se muestra en la Figura 5, el dispositivo móvil debe ser capaz de recibir las diferentes señales de polarización con el fin de proporcionar tanto la recepción de difusión como las funciones de comunicación celular.

El sistema y el procedimiento de acuerdo con la invención pueden explotar los ejemplos de red por satélite de las Figuras 5 y 6 para soportar la polarización dual instantánea para la comunicación multicanal utilizando un polarizador simple y económico. Como se describirá más adelante con respecto a la Figura 6, el sistema y el procedimiento de acuerdo con la invención permiten la operación simultánea LHCP y RHCP para proporcionar una transición sin interrupciones entre haces puntuales adyacentes que tienen diferentes polarizaciones y frecuencias, y pueden hacerlo de una manera altamente rentable.

Ahora con referencia a la Figura 6, se ilustra un procedimiento 70 ejemplar para proporcionar operación simultánea de polarización dual de acuerdo con la invención. El procedimiento puede realizarse utilizando una antena plana linealmente polarizada y un polarizador separado de la antena plana linealmente polarizada, donde el polarizador incluye un primer estado de polarización que tiene principalmente polarización circular izquierda (LHCP), un segundo estado de polarización que tiene principalmente polarización circular derecha (RHCP), y un tercer estado de polarización que tiene polarización lineal a partir de la cual se deriva simultáneamente una combinación de LHCP y RHCP. Como se utiliza en la presente memoria, "principalmente" un primer o segundo estado de polarización se define como que la señal es mayor que o igual al 95 por ciento de pureza. Adicionalmente, como se utiliza en la presente memoria "estrictamente" LHCP o RHCP se define como que la señal es mayor que o igual al 99 por ciento de pureza. Una o más de las etapas ilustradas en la Figura 6 pueden ser ejecutadas por el controlador 38.

A partir de la etapa 72, se determina si el dispositivo móvil se conectará a señales proporcionadas únicamente por haces puntuales o a señales proporcionadas por una combinación de haces puntuales y una superposición de difusión. Tal determinación puede realizarse, por ejemplo, en base a un modo de operación del dispositivo móvil. Por ejemplo, si el dispositivo móvil no está operando en un modo de recepción de difusión, entonces puede determinarse que el

dispositivo móvil sólo necesitará conectarse a haces puntuales. Por el contrario, si el dispositivo móvil está operando en un modo de recepción de difusión, entonces se puede determinar que el dispositivo móvil tendrá que conectarse tanto a la superposición de difusión como al haz o haces puntual(es).

Si el dispositivo móvil sólo debe conectarse a haces puntuales, en la etapa 74 se determina si el dispositivo móvil está en una región en la cual la señal es suministrada por un único haz puntual, o por haces puntuales superpuestos que utilizan diferentes polarizaciones (por ejemplo, una región de superposición). Tal determinación se puede realizar en base a una ubicación geográfica detectada del dispositivo móvil (la cual se puede obtener a partir de un GPS) en combinación con datos de cobertura que detallen el servicio para la ubicación geográfica. Tales datos de cobertura pueden almacenarse previamente en el dispositivo móvil o recuperarse por este último a partir de una ubicación remota. En base a los datos de posición obtenidos a partir del GPS y los datos de cobertura, se puede realizar una determinación si el dispositivo móvil está en una región superpuesta atendida por múltiples haces puntuales que operan con diferentes polaridades, o en una región no superpuesta o superpuesta atendida por múltiples haces puntuales que operan con la misma polaridad.

Si se determina que el dispositivo móvil no está en una región superpuesta (o está en una región superpuesta atendida por haces puntuales que operan con la misma polaridad), el procedimiento se mueve a la etapa 76 donde el polarizador se coloca en el primer o segundo estado de polarización para proporcionar principalmente uno de LHCP o RHCP. Por ejemplo, si el polarizador se incorpora como un polarizador de línea de meandro que incluye una pluralidad de líneas de meandro y la antena plana linealmente polarizada incluye una abertura, entonces el polarizador puede colocarse en el primer estado de polarización orientando un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro en un ángulo distinto de cero con respecto a una orientación de polarización de la abertura (por ejemplo, aproximadamente 45 grados o aproximadamente -45 grados con respecto a la polarización natural de la abertura). La selección del primer o segundo estado de polarización es en base a un tipo de polarización empleado por un haz puntual que atiende un área en la cual reside el dispositivo móvil. Tal orientación permite que el dispositivo móvil se conecte a un haz puntual que tenga principalmente uno de LHCP o RHCP. Luego, el procedimiento se mueve de regreso a la etapa 72 y se repite.

Moviéndose de regreso a la etapa 74, si el dispositivo móvil está en una región superpuesta atendida por haces puntuales que operan con polaridades diferentes, entonces en la etapa 78 el polarizador se coloca en el tercer estado de polarización "inerte" para permitir la transmisión y/o recepción simultánea de dos señales de polarización diferentes, donde una primera señal de las dos señales diferentes tiene principalmente LHCP y una segunda señal de las dos señales diferentes tiene principalmente RHCP. Por ejemplo, si el polarizador se incorpora como un polarizador de línea de meandro que tiene una pluralidad de líneas de meandro y la antena plana linealmente polarizada incluye una abertura, entonces el polarizador puede colocarse en el tercer estado de polarización orientando un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro paralelo a la orientación de polarización del campo E de la abertura. Alternativamente, el polarizador puede colocarse en el tercer estado de polarización orientando un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro perpendicular a la orientación de polarización del campo E de la abertura. De esta manera, tanto las señales LHCP como las RHCP pueden ser recibidas y/o transmitidas por el dispositivo móvil. Esto proporciona una cobertura sin interrupciones para un dispositivo móvil que transiciona entre haces puntuales adyacentes que emplean polarizaciones diferentes. Luego, el procedimiento se mueve de regreso a la etapa 72 y se repite.

Moviéndose de regreso a la etapa 72, si el dispositivo móvil va a recibir señales a partir de haces puntuales y la superposición de difusión, entonces el procedimiento se mueve a la etapa 78 como se ha descrito anteriormente y el polarizador se establece en la posición inerte (tanto LHCP como RHCP). Esto proporciona la recepción simultánea de patrones de transmisión del haz puntual y patrones de transmisión superpuestos en regiones en las que el haz superpuesto emplea una polarización diferente a la de los haces puntuales. Luego, el procedimiento se mueve de regreso a la etapa 72 y se repite.

El sistema y el procedimiento de acuerdo con la presente invención proporcionan una transición sin interrupciones de un dispositivo de usuario entre i) haces puntuales adyacentes que operan utilizando diferentes polaridades y ii) haces puntuales que se superponen con un haz superpuesto de difusión que opera utilizando diferentes polaridades. Sin embargo, el procedimiento de transición tiene un ligero inconveniente en que hay una pérdida (3dB) de ganancia a la vez que se opera en modo de polarización dual (LHCP y RHCP). Esta pérdida de ganancia de 3 dB se aplica tanto a la señal LHCP como a la señal RHCP (suponiendo que el polarizador se establece en el estado completamente inerte, por ejemplo, para un polarizador de línea de meandro las líneas de meandro se establecen en 0 o 90 grados con respecto a la polarización natural de la abertura).

En algunos casos, puede ser ventajoso polarizar el nivel de polarización para favorecer uno de LHCP o RHCP sobre el otro con el fin de acomodar mejor las intensidades/ganancias de señal relativas de los dos haces superpuestos (es decir, las regiones superpuestas entre haces puntuales adyacentes, o haces puntuales superpuestos con un haz de

5 difusión más amplio). Esto puede ser beneficioso cuando la ubicación particular dentro de la región superpuesta entre haces adyacentes está más lejos de un límite que del otro (por ejemplo, el dispositivo móvil/usuario no está en el "centro" de una región superpuesta, sino más cerca del centro de un haz puntual que del centro del otro), en cuyo caso la señal es mayor para el haz puntual "más cercano al centro". En el caso de haces puntuales que se superponen con haces de difusión, es frecuente que el haz de difusión pueda recibirse adecuadamente con un nivel de ganancia/umbral inferior al necesario para una operación fiable en el haz puntual.

10 La "distribución" desequilibrada anterior entre LHCP y RHCP puede explotarse polarizando el ángulo de rotación del polarizador para favorecer (estar más cerca de) una posición de polarización circular en comparación con la otra (es decir, a propósito NO exactamente a 0 o 90 grados de rotación) Por ejemplo, en lugar de sufrir una pérdida de 3 dB en cada uno de los dos estados de polarización (RHCP y LHCP, con una pérdida del 50 % asignada a uno y otra pérdida del 50 % asignada al otro) como sería el caso con el polarizador establecido en una posición de rotación "inerte exacta" de 0 o 90 grados, una rotación de 27 grados CW (en lugar de 0 grados), aproximadamente en la mitad del camino entre las condiciones/orientaciones que se muestran en las Figuras 1B y 1C, respectivamente, proporcionarían una distribución diferente (80 % LHCP, 20 % RHCP, para este ejemplo específico) que "favorece" (enfatisa) la LHCP sobre la RHCP, con la LHCP sufriendo una pérdida más pequeña (1 dB, es decir, 20 %) a la vez que la RHCP sufre una pérdida mayor (7 dB, es decir, 80 %). En la práctica, esta (re)distribución puede controlarse continuamente a medida que el usuario transiciona de un haz a otro (o, a la inversa, los haces transicionan entre el dispositivo de usuario).

20 La presente invención encuentra una utilidad particular en terminales de comunicación por satélite comerciales y no comerciales para los cuales las capacidades de polarización altamente flexibles proporcionan una única antena/terminal común (habilitada con capacidades de polarización diversa) para soportar un amplio(s) intervalo(s) de tipos de satélite, incluyendo tanto las variedades de Órbita Geosíncrona (GSO) como las de Órbita no Geosíncrona (NGSO) (las cuales típicamente requieren diferentes tipos de polarizaciones y orientaciones de antena) Del mismo modo, también se beneficiarían los radios/terminales de comunicación terrestre y los Sistemas de Radar de Alto Rendimiento (que emplean diversas polarizaciones para mejorar las propiedades).

30 Además, y como se ha mencionado anteriormente, a la vez que las Figuras 5 y 6 ilustran dos aplicaciones en las cuales un usuario en movimiento (por ejemplo, una aeronave, un vehículo, un teléfono móvil, un ordenador tipo tableta, etc.) transiciona entre haces fijos (estáticos) que emanan de satélites GSO fijos, los aspectos de la invención también son aplicables a la condición contraria. Más específicamente, en el caso de los satélites NGSO, los haces que emanan de cada satélite NGSO se mueven con respecto a la superficie terrestre, a la vez que el usuario puede estar posicionalmente fijo con respecto a la superficie terrestre (es decir, el usuario no se mueve o no se mueve una distancia significativa con respecto al ancho del haz). En este escenario, el procedimiento y el sistema de acuerdo con la invención se pueden utilizar de la misma manera que en el ejemplo de usuario satélite/itinerante GSO discutido anteriormente para proporcionar una transición sin interrupciones entre haces.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para proporcionar un funcionamiento simultáneo de polarización dual utilizando una antena plana linealmente polarizada y un polarizador (11, 12) separado de la antena plana linealmente polarizada, incluyendo el polarizador (11, 12) un primer estado de polarización que comprende principalmente polarización circular izquierda (LHCP), un segundo estado de polarización que comprende principalmente polarización circular derecha (RHCP), y un tercer estado de polarización intermedio que comprende polarización lineal a partir de la cual se deriva simultáneamente una combinación de LHCP y RHCP, comprendiendo el procedimiento:

colocar el polarizador (11, 12) en el primer o segundo estado de polarización para al menos uno de transmitir o recibir una señal que tenga principalmente uno de LHCP o RHCP, respectivamente;
colocar el polarizador (11, 12) en el tercer estado de polarización intermedio para transmitir y/o recibir simultáneamente dos señales diferentes, una primera señal de las dos señales diferentes que tiene principalmente LHCP y una segunda señal de las dos señales diferentes que tiene principalmente RHCP; y recepción y transmisión de señales de RF entre la antena plana linealmente polarizada y un dispositivo electrónico a la vez que el polarizador (11, 12) está en el tercer estado de polarización intermedio.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además proporcionar una cobertura sin interrupciones para el dispositivo electrónico que transiciona entre haces (50, 50a-50c) puntuales adyacentes mediante

colocar el polarizador (11, 12) en el primer estado de polarización o en el segundo estado de polarización en base a un tipo de polarización empleado por un haz (50, 50a-50c) puntual que atiende un área en la cual reside el dispositivo electrónico; y
colocar el polarizador (11, 12) en el tercer estado de polarización intermedio cuando el dispositivo electrónico está en un área atendida por dos haces puntuales que emplean polarizaciones diferentes.
3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los patrones (62a-62c) de transmisión de haz puntual emplean un primer estado de polarización y un patrón (64) de transmisión superpuesto emplea un segundo estado de polarización diferente del primer estado de polarización, comprendiendo además el procedimiento proporcionar la recepción simultánea de patrones (62a-62c) de transmisión de haz puntual y patrones (64) de transmisión superpuestos colocando el polarizador (11, 12) en el tercer estado de polarización intermedio.
4. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que colocar el polarizador (11, 12) en el tercer estado de polarización intermedio comprende colocar el polarizador (11, 12) en un estado que enfatiza uno de LHCP o RHCP sobre el otro de LHCP o RHCP.
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4 cuando depende de la reivindicación 2, en el que colocar el polarizador (11, 12) en un estado que enfatice uno de LHCP o RHCP sobre el otro de LHCP o RHCP comprende:

determinar una distancia del dispositivo electrónico a partir de un límite exterior más cercano de cada uno de dos haces (50, 50a-50c) puntuales adyacentes;
determinar una polarización del haz (50, 50a-50c) puntual que tiene un límite exterior que está más alejado de una ubicación del dispositivo electrónico; y
colocar el polarizador (11, 12) en un estado que enfatice una polarización del haz (50, 50a-50c) puntual que tenga el límite exterior más alejado de la ubicación del dispositivo electrónico.
6. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el segundo estado de polarización es estrictamente uno de LHCP o RHCP y/o el primer estado de polarización es estrictamente uno de LHCP o RHCP.
7. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que comprende además utilizar al menos uno de un polarizador (12) de línea de meandro, un polarizador de paleta rotativa, un polarizador de transductor ortomodo, o un polarizador de placa de cuarto de onda para proporcionar cada estado de polarización.
8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el uso comprende utilizar el polarizador (12) de línea de meandro,

en el que el polarizador (12) de línea de meandro comprende una pluralidad de líneas de meandro y la antena plana linealmente polarizada comprende una abertura (20), y

en el que colocar el polarizador (12) en el tercer estado de polarización intermedio comprende orientar un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro paralelo a la orientación de polarización del campo E de la abertura (20).

5 9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el uso comprende utilizar el polarizador (12) de línea de meandro,

en el que el polarizador (12) de línea de meandro comprende una pluralidad de líneas de meandro y la antena plana linealmente polarizada comprende una abertura (20), y

10 en el que colocar el polarizador (12) en el tercer estado de polarización intermedio comprende la orientación de un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro perpendicular a la orientación de polarización del campo E de la abertura (20).

15 10. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que el polarizador (12) de línea de meandro comprende una pluralidad de líneas de meandro y la antena plana linealmente polarizada comprende una abertura (20), y en el que colocar el polarizador (12) en el primer o segundo estado de polarización comprende orientar un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro en un ángulo distinto de cero con respecto a una orientación de polarización de la abertura (20).

20 11. Un sistema (10) para proporcionar funcionalidad de polarización dual, que comprende:

una antena plana linealmente polarizada que tiene una abertura (20);

25 un polarizador (11, 12) separado de la antena plana linealmente polarizada, que incluye un primer estado de polarización que comprende principalmente una polarización circular izquierda (LHCP) o una polarización circular derecha (RHCP), y un tercer estado de polarización intermedio que comprende una polarización lineal derivada a partir de una combinación de LHCP y RHCP;

30 un controlador (38) acoplado operativamente al polarizador (11, 12), el controlador (38) configurado para colocar el polarizador (11, 12) en el primer estado de polarización para proporcionar principalmente una de la operación LHCP o la operación RHCP, colocar el polarizador (11, 12) en el tercer estado de polarización intermedio para proporcionar simultáneamente la operación LHCP y RHCP, y recibir y transmitir señales de RF entre la antena plana linealmente polarizada y un dispositivo electrónico a la vez que el polarizador (11, 12) está en el tercer estado de polarización intermedio.

35 12. El sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el polarizador (11, 12) comprende un dispositivo (32) motriz acoplado comunicativamente al controlador (38) y operativo para posicionar selectivamente el polarizador (11, 12) con respecto a la abertura (20), en el que el controlador (38) está configurado para ordenar selectivamente al dispositivo (32) motriz que posicione el polarizador (11, 12) con respecto a la abertura (20) para producir uno cualquiera de los estados de polarización.

40 13. El sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el polarizador (11) comprende un polarizador (12) de línea de meandro que tiene una pluralidad de líneas de meandro, y en el que el controlador (38) está configurado para colocar el polarizador (12) de línea de meandro en el tercer estado de polarización intermedio ordenando al dispositivo (32) motriz que oriente un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro paralelo a la orientación de polarización del campo E de la abertura (20).

45 14. El sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el polarizador (11) comprende un polarizador (12) de línea de meandro que tiene una pluralidad de líneas de meandro, y en el que el controlador (38) está configurado para colocar el polarizador (12) de línea de meandro en el tercer estado de polarización intermedio ordenando al dispositivo (32) motriz que oriente un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro perpendicular a la orientación de polarización del campo E de la abertura (20).

50 15. El sistema (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13-14, en el que el controlador (38) está configurado para colocar el polarizador (12) de línea de meandro en el primer estado de polarización ordenando al dispositivo (32) motriz que oriente un eje longitudinal de la pluralidad de líneas de meandro en un ángulo distinto de cero con respecto a una orientación de polarización de la abertura.

55

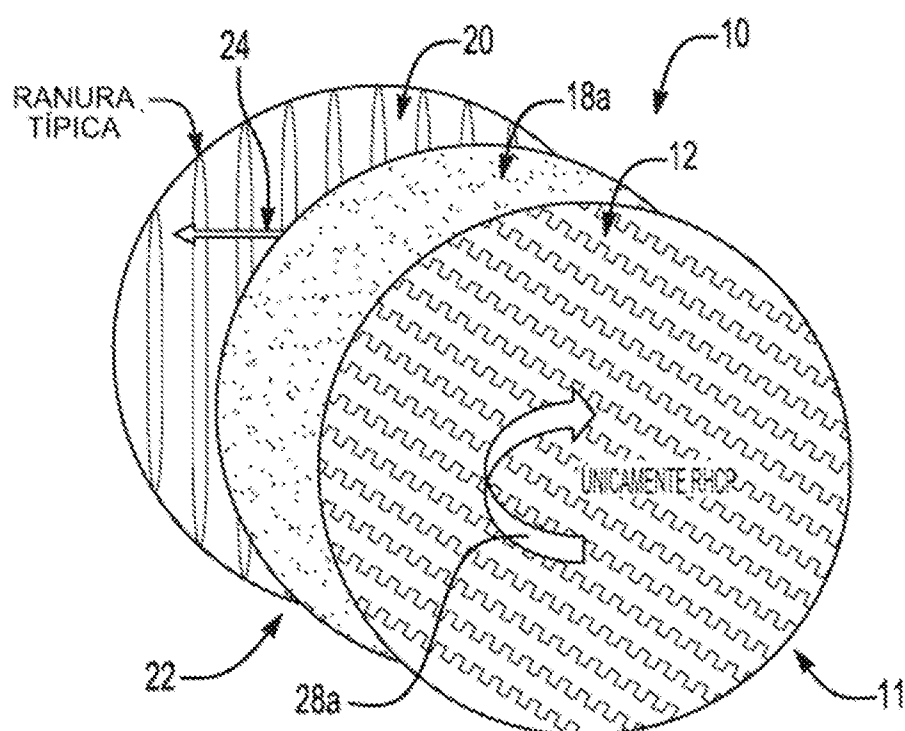


FIG. 1A

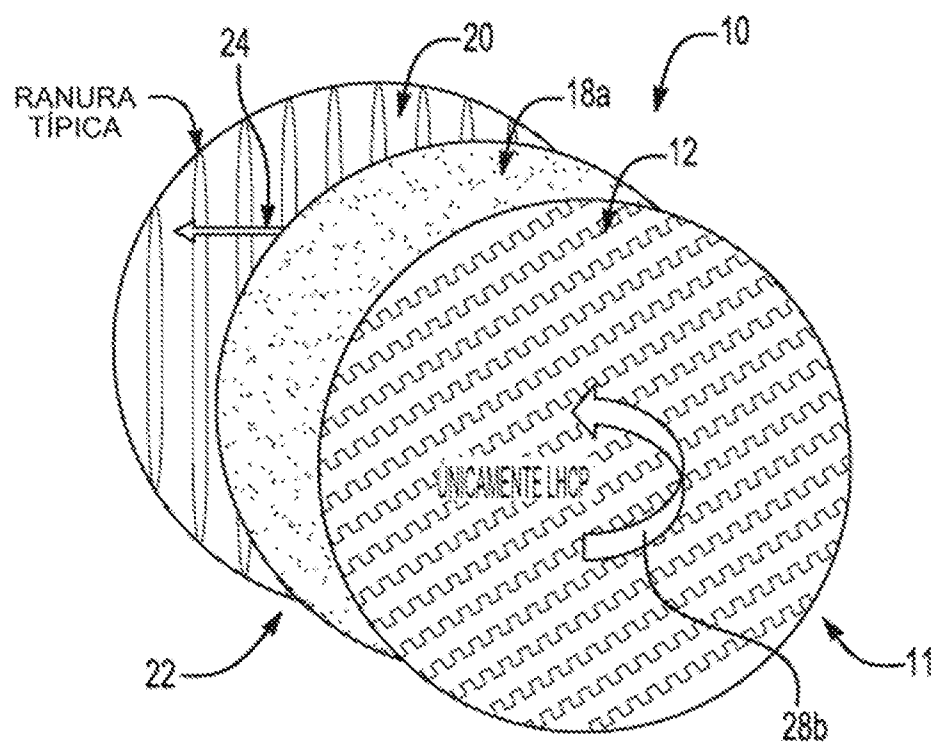


FIG. 1B

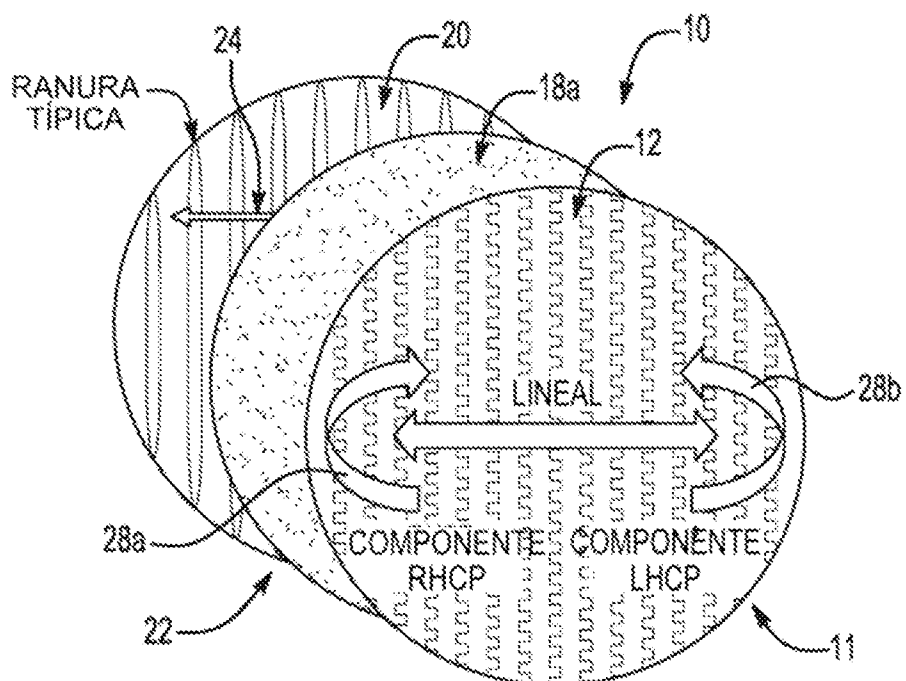


FIG. 1C

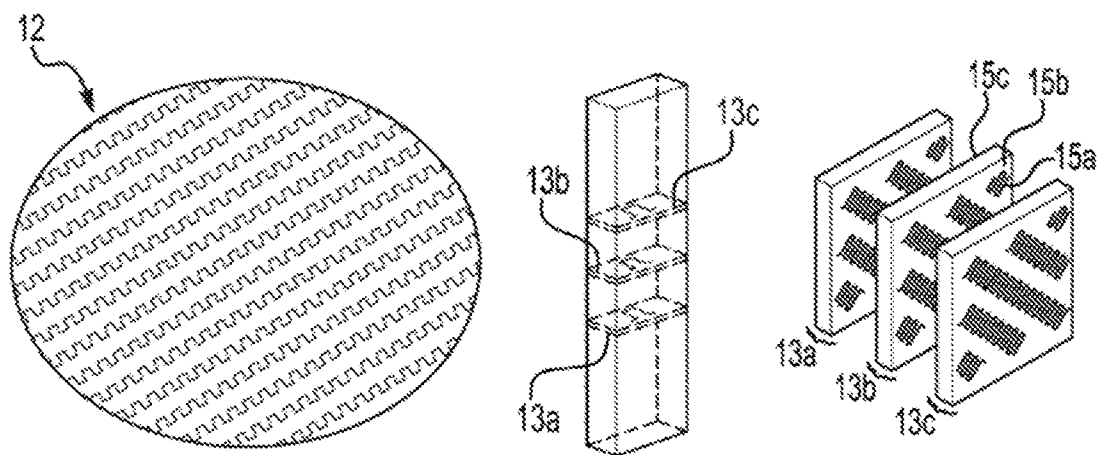


FIG. 2

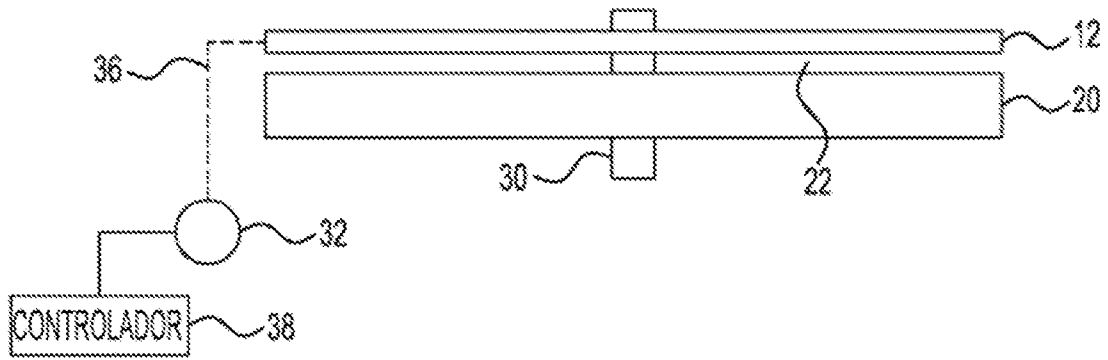


FIG. 3

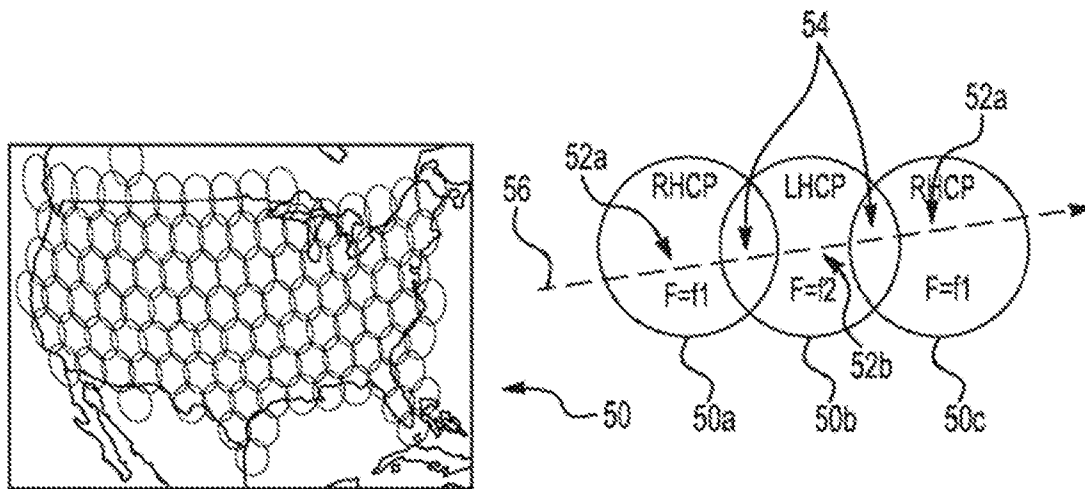


FIG. 4

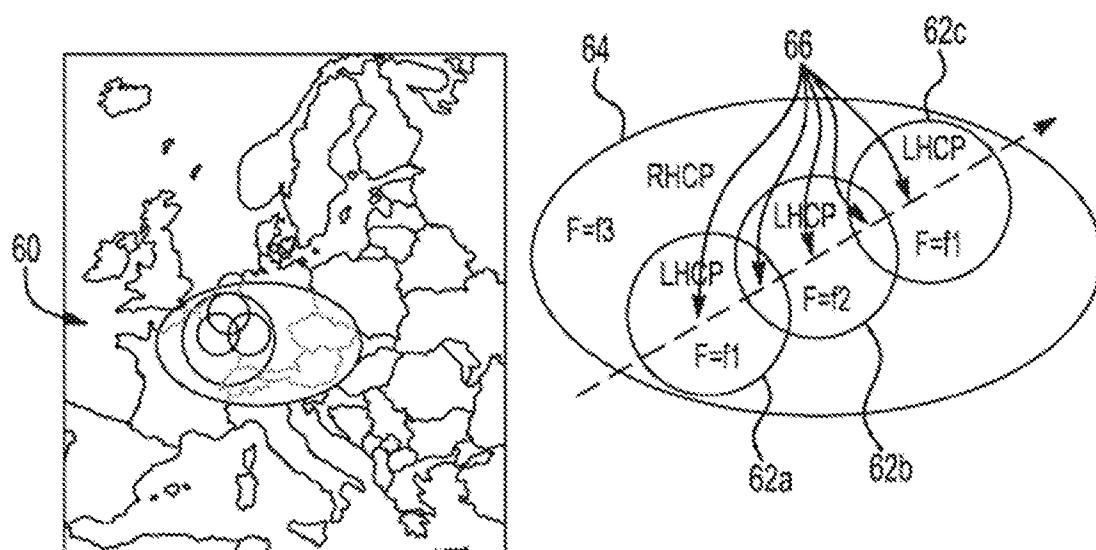


FIG. 5

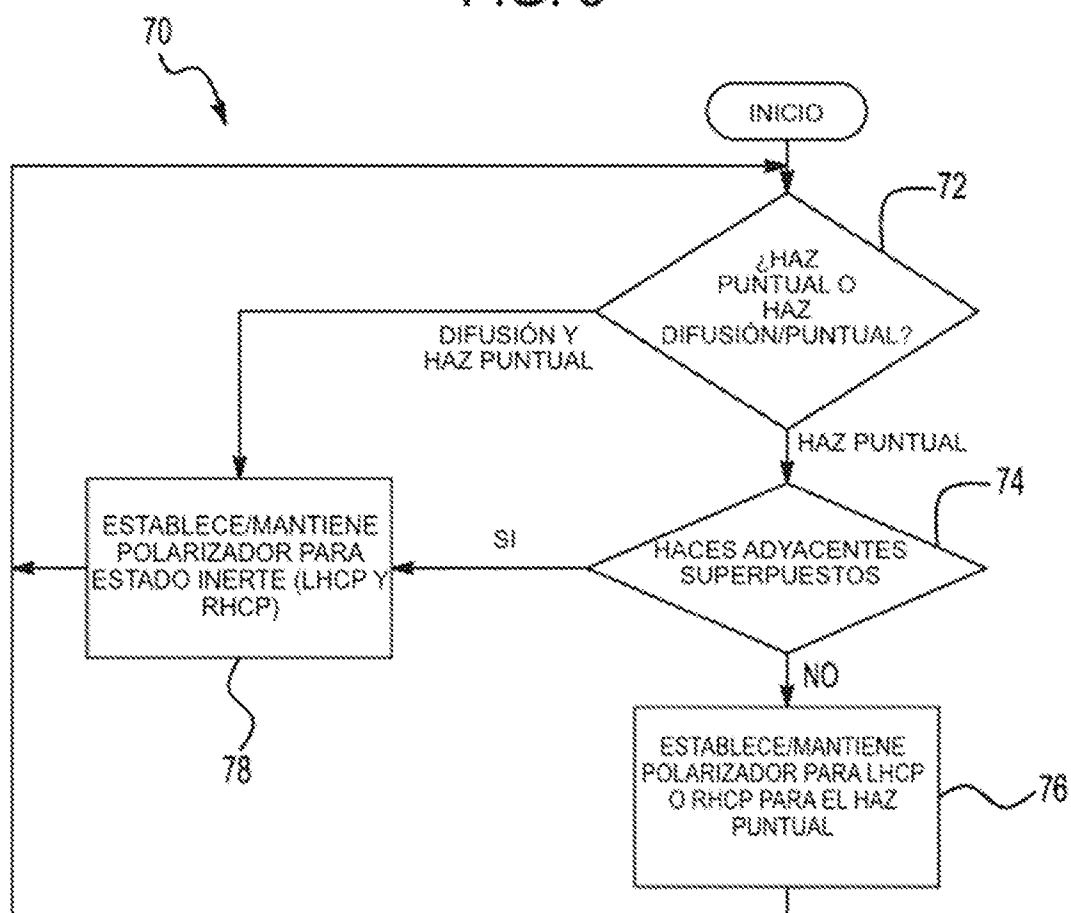


FIG. 6