

SEÑOR DIRECTOR
DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
E. S. D.

Asunto:	Solicitud No.:	NC2017/0010203
	Oficio No.:	7771
	Referencia:	Respuesta examen de patentabilidad

MAURICIO JARAMILLO CAMPUZANO, identificado como aparece al pie de mi firma, en calidad de apoderado del solicitante **VIASAT INC.**, doy respuesta al **Oficio No. 7771**, de conformidad con el artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina.

1. MODIFICACIONES A LA SOLICITUD

Con el fin de atender las observaciones realizadas por el Examinador, el solicitante aporta un nuevo capítulo reivindicatorio conformado por 149 reivindicaciones en las que se han incluido las siguientes modificaciones:

- Se han eliminado las reivindicaciones 82 a 118 y 187 a 484.
- Se han eliminado los términos “pluralidad” y “múltiples” de todo el pliego reivindicatorio.

A su vez, el título ha sido modificado de acuerdo con la sugerencia del señor examinador así:

“MÉTODO, APARATO, NODO Y RED DE COMUNICACIÓN TERRESTRE QUE PERMITEN LA FORMACIÓN DE HAZ DE ANTENA TERRESTRE PARA LAS COMUNICACIONES ENTRE NODOS DE ACCESO Y TERMINALES DE USUARIOS ENLAZADOS POR UN RELÉ TAL COMO UN SATÉLITE”

Estas modificaciones se ajustan al artículo 34 de la Decisión 486 de 2000 y no constituyen una ampliación de la materia contenida en la solicitud originalmente presentada.

1. TÍTULO

Teniendo en cuenta que el título ha sido modificado de acuerdo con la sugerencia del Examinador, se da por superada la objeción.

2. ARGUMENTOS A FAVOR DE LA CLARIDAD DE LAS REIVINDICACIONES

2.1. En cuanto a la objeción a la expresión “mayor que”, respetuosamente el solicitante se encuentra en desacuerdo. Con respecto a la reivindicación 26, es importante resaltar “el primer

número” y “el segundo número”, que están definidos en la reivindicación 25. El “primer número”, es el número de nodos de acceso, y el “segundo número”, es el número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa. Una persona versada en la materia estaría en la capacidad de entender que el primer número y el segundo número son ambos enteros, y por lo tanto, la limitación relativa no es imprecisa. Dicho experto en la materia estaría en la capacidad de entender dichas limitaciones. Además, se debe tener en cuenta que eliminar dicha expresión y mencionar un rango específico, conllevaría a una indebida limitación del alcance de las reivindicaciones. El mismo razonamiento debe ser tenido en cuenta para las reivindicaciones 69, 106, 139 (ahora numerada 102) y 184 (ahora numerada 147).

Igualmente, en cuanto a la reivindicación 33, la expresión “un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz”, sería fácilmente interpretada por la persona versada en la materia. Un ancho de banda de 400 megahertz no está claramente dentro del alcance, mientras que un ancho de banda de 500 megahertz o 500,001 megahertz está dentro del alcance de las reivindicaciones. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que eliminar dicha expresión y mencionar un rango específico, conllevaría a una indebida limitación del alcance de las reivindicaciones. El mismo razonamiento debe ser tenido en cuenta para las reivindicaciones 76, 113, 146 (ahora numerada 109), y 181 (ahora numerada 144).

2.2. Con respecto al término “un código de pseudoruido” se debe tener en cuenta que la persona versada en la materia está completamente familiarizada con el mismo. Más aún, ejemplos de códigos de pseudoruido y los usos para los cuales están hechos se proveen dentro de la descripción de la solicitud (ver, por ejemplo, figuras 36 y 37 y la discusión asociada a las mismas). Por lo tanto, la persona versada en la materia puede entender perfectamente este término teniendo en cuenta el contexto que le brinda la descripción.

2.3. Ahora bien, en cuanto a los términos “primer número”, “segundo número” y “tercer número”, en cada caso, estos números están claramente definidos con respecto a los elementos del sistema reivindicados (por ejemplo, en reivindicaciones precedentes), y por lo tanto no son de carácter general, pero en cambio se refieren a los números de elementos mencionados en las reivindicaciones previas. Un experto técnico en el área está en la capacidad de rápidamente entender dichos términos. Además, se debe tener en cuenta que mencionar una cantidad específica, conllevaría a una indebida limitación del alcance de las reivindicaciones.

2.4. Con respecto a la objeción al encabezado de las reivindicaciones independientes 1, 39, 119 y 152, se debe tener en cuenta que estas reivindicaciones mencionan diferentes modalidades de la invención, como se indica a continuación:

Reivindicación	Dirección	Tipo
1	Transmisión (directo)	Método
39	Transmisión (directo)	Aparato
119	Recepción (retorno)	Método
152	Recepción (retorno)	Aparato

2.5. Se han eliminado las reivindicaciones 82 a 118 y 187 a 468, por lo que se entiende que se ha superado la objeción por el número excesivo de reivindicaciones independientes. Luego de cancelar estas reivindicaciones, sólo han quedado las cuatro reivindicaciones independientes mencionadas en la tabla arriba, las cuales hacen referencia a diferentes direcciones ya sea de método o de aparato.

2.6. Adicionalmente, y aunque el Examinador no lo objetó, el solicitante eliminó los términos “pluralidad” y “múltiples”, para dar mayor claridad al pliego reivindicatorio.

3. UNIDAD DE INVENCIÓN

Se cancelaron las reivindicaciones referenciadas por el examinador como del Grupo II a V, por lo que sólo permanecen las del Grupo I. Por lo anterior, se considera superada la objeción de unidad de invención.

4. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

El Examinador ha determinado que los siguientes documentos anticipan el objeto de la presente solicitud: “*Method for iterative estimation of global parameters*”, identificado como D1 (US20120218141), y “*Calibration of amplitude and phase*”, identificado como D2 (US8923756).

5. ARGUMENTOS A FAVOR DEL NIVEL INVENTIVO DE LA INVENCIÓN

5.1. El Examinador indica que D1 describe todas las características técnicas de la reivindicación 1, exceptuando el paso de “*Transmitir las respectivas señales de enlace ascendente directo (521) de los nodos de acceso en base a las respectivas señales directas específicas de nodo de acceso, los clústeres de nodos de acceso...*”, con lo que el solicitante se encuentra de acuerdo y además resalta, que los nodos de acceso se encuentran geográficamente distribuidos.

5.2. Ahora bien, el Examinador indica que D2 si describe la transmisión de las señales de los nodos de acceso, como se indica en la reivindicación 1. Sin embargo, D2 enseña una única puerta de enlace (110) de la cual todas las señales hacia el satélite son transmitidas. Mientras

que D2 menciona la posibilidad de múltiples puertas (Columna 3, líneas 55-57), D2 no provee detalles adicionales que le informarían a la persona versada en la materia como acomodar múltiples puertas. De hecho, a través de la descripción de D2, sólo se describe y discute una única puerta de enlace. Además, el sistema de D2 parece sólo ser capaz de usar una única puerta de enlace ya que todas las señales de elementos para el enlace directo se proporcionan en una transmisión multiplexada en frecuencia desde la (única) puerta de enlace (columna 6, líneas 20 a 28).

5.3. Más aún, en la medida en que D2 revela cualquier corrección previa de las señales transmitidas desde la puerta de enlace, solo una corrección previa puede ser aplicada a la señal de enlace ascendente (o la misma corrección previa deberá ser aplicada a múltiples señales) transmitidas por la puerta de enlace. En contraste, en la reivindicación 1 de la presente solicitud, los nodos de acceso están geográficamente distribuidos, y por lo tanto los retardos del trayecto y cambios de fase en el enlace de alimentador son diferentes para cada nodo de acceso. Ya que D2 no describe los nodos de acceso geográficamente distribuidos, D2 tampoco provee información a la persona versada en la materia de cómo compensar previamente los retrasos de ruta y los cambios de fase introducidos entre los nodos de acceso distribuidos geográficamente y el relé de extremo a extremo como se indica en la reivindicación 1.

5.4. Así, se debe tener en cuenta que el Examinador equiparó erróneamente el módulo de calibración de matriz (225) de D2 con la compensación previa reclamada. D2 sin embargo revela que el módulo de calibración de matriz utiliza mediciones de ganancia/fase de las señales de calibración transmitidas o recibidas entre la puerta de enlace única y las estaciones terrestres de calibración múltiple (CES). Se informa que los CES están en el lado del usuario del satélite, no en el enlace de conexión (columna 7, línea 56 - columna 8, línea 4). Por lo tanto, los CES no son análogos a los nodos de acceso: el CES transmite en el enlace del usuario (en contraste con un nodo de acceso que transmite en el enlace de conexión), y el CES recibe en el enlace del usuario (en contraste con un nodo de acceso que recibe en el enlace de alimentación) (columna 7, línea 56 - columna 8, línea 4). En consecuencia, D2 también falla en divulgar "la transmisión de señales de enlace ascendente respectivas desde la pluralidad de nodos de acceso ... en donde las señales de enlace ascendente respectivas se corrigen previamente para compensar los respectivos retrasos de ruta y desplazamientos de fase ..." como se describe en la reivindicación 1 de la presente solicitud.

5.5. Asimismo, el examinador admite que D2 no hace mención de la característica reclamada de *"identificar una matriz de ponderación de haz directo (918) para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones desde nodos de acceso (515) en ubicaciones geográficamente distribuidas a las áreas de cobertura"*.

5.6. D1 también falla en describir esta característica. Primero, D1 no describe una pluralidad de nodos de acceso en una red satelital (retransmisión). Como se ve en la Fig. 1, el formador de haz terrestre se comunica con un único BSC/BTS, que proporciona las señales por elemento

en el enlace directo a la matriz del satélite (usuario) (Párrafo 23). Si bien D1 muestra varios transmisores de baliza (BT) y nodos de medición (MN), estos se encuentran en el lado del usuario del satélite (párrafo 23). BT/MN no son análogos a las puertas de enlace: el BT transmite en el enlace del usuario (en contraste con un nodo de acceso que transmite en el enlace de alimentador), y el MN recibe en el enlace del usuario (en contraste con un nodo de acceso que recibe en el enlace alimentador). Si bien D1 parece revelar múltiples nodos de acceso en un sistema D-MIMO, este sistema D-MIMO carece de un relé (párrafo 27) y, por lo tanto, es completamente diferente del sistema reivindicado que opera con un relé (satélite) de la presente invención.

5.7. Adicionalmente, D1 y D2 no revelan la conformación de haz "de extremo a extremo", siendo en cambio un sistema de conformación de haz convencional terrestre como se describe en la presente solicitud en conjunto con la FIG. 4. En la conformación de haz terrestre convencional, la conformación de haz se realiza solo para el enlace del usuario, y el enlace de alimentador sirve como un enlace entre cada uno de los elementos de la antena y la puerta de enlace. En la conformación de haz terrestre convencional, tal como lo enseñan D1 y D2, cada elemento de antena del satélite tiene su propio canal para la comunicación con las puertas de enlace. En D1, el enlace de alimentador incluye un "enlace FDM por elemento" (Figuras 1, 5; párrafo 31). En D2, "el canal asignado a un elemento no puede compartirse con ningún otro elemento" (col. 4, líneas 12-13; col 6, líneas 27-28). Por consiguiente, los sistemas convencionales de formación de haz terrestre tienen lo que se denomina "el problema de expansión del ancho de banda", ya que la cantidad de ancho de banda requerida en el enlace de conexión es un múltiplo (basado en el número de elementos de antena) del ancho de banda proporcionado en el enlace del usuario (ya que cada elemento de antena requiere su propio ancho de banda no compartido). Esto es necesario para permitir que la matriz de conformación de haz terrestre convencional sea determinada ya que la interferencia se crea entre los elementos de la antena solo en el enlace del usuario.

5.8. En contraste, la presente solicitud se dirige a una forma novedosa de conformación de haz denominada "conformación de haz de extremo a extremo". En la conformación de haz de extremo, hay interferencia entre los elementos de la antena tanto en el enlace del usuario como en el enlace de conexión. Esto va directamente en contra de las enseñanzas de D1 y D2 que, como se señaló anteriormente, enfatizan la necesidad de evitar la interferencia entre las señales de elementos en el enlace de alimentación al proporcionar canales FDM separados. No se conoce ninguna solución en la técnica anterior para determinar una matriz de conformación de haz cuando hay interferencia tanto en el enlace del alimentador como del usuario.

5.9. La reivindicación 1 recita técnicas para realizar la conformación de haz de extremo a extremo para un enlace directo. Para el enlace directo en la conformación de haz de extremo a extremo, los nodos de acceso pueden reutilizar el mismo ancho de banda del enlace de

conexión para transmitir las señales directas. Esto da como resultado una interferencia entre las señales del enlace directo en el enlace de conexión, además de la interferencia entre los elementos de antena presentes en el enlace del usuario. Sin embargo, en la conformación de haz de extremo a extremo, la matriz de conformación de haz tiene en cuenta la interferencia en el enlace del alimentador y del usuario, permitiendo que esta interferencia se acomode dentro del sistema. Por consiguiente, la matriz de ponderación de haz delantero para un sistema de conformado de haz de extremo a extremo es diferente de la utilizada en un conformador de haz en tierra convencional como se describe en D1 y D2 (consulte la discusión de la presente solicitud en relación con la Figura 5 y la Figura 10). Para mantener una relación de fase adecuada entre las señales de enlace ascendente transmitidas entre los diferentes nodos de acceso al relé (satélite), los nodos de acceso realizan la compensación previa de los diferentes cambios de fase.

5.10. Una persona experta no modificaría D1 para incluir "nodos de acceso" que están "distribuidos geográficamente" ni para incluir una "identificación de una matriz de ponderación de haz directo para la conformación de haz de extremo a extremo desde una pluralidad de nodos de acceso en ubicaciones distribuidas geográficamente" por múltiples razones. Primero, el uso de nodos de acceso distribuidos geográficamente no sería posible con el sistema de D1 o D2, ya que las transmisiones resultantes tienen relaciones de sincronización y fase diferentes y cambian constantemente, (debido a las diferentes longitudes de ruta al relé) y, por lo tanto, fallarían en proporcionar las relaciones de fase deseadas para proporcionar haces formados en el enlace del usuario. Segundo, debido a que no hay interferencia del enlace de alimentador (superposición) ni en D1 ni en D2, una persona experta no tendría razón para usar una solución de ponderación de haz de extremo en un sistema convencional de formación de haz basado en tierra (ni una persona experta sabría cómo determinar la matriz de ponderación de haz para un sistema de extremo a extremo como se describe en la presente solicitud).

5.11. Consecuentemente, como D1 y D2 no describen todas las características de la reivindicación 1, una persona versada en la materia no se vería motivada a modificar D1 y/o D2 para proveer las características mencionadas en la reivindicación 1, por lo que si hay nivel inventivo.

5.12. En cuanto a la reivindicación 39, está también menciona la conformación de haz de extremo a extremo en el sentido hacia adelante, y por lo tanto tiene características similares a la reivindicación 1. El examinador rechaza la reivindicación 39 utilizando una justificación similar a la de la reivindicación 1, y, en consecuencia, se solicita que se tenga en cuenta los mismos que se mencionaron anteriormente para la reivindicación 1.

5.13. Ahora bien, en cuanto a la reivindicación 119 (ahora numerada 82), se debe tener en cuenta que difiere de las reivindicaciones 1 y 39 ya que la antigua reivindicación 119 describe un método para la conformación de haz de extremo a extremo en la dirección de retorno.

5.14. El examinador indica que D1 no describe el paso de *"identificar una matriz de ponderación de haz de retorno (937) para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones desde las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a losa pluralidad de nodos de acceso a través del relé de extremo a extremo"*. D2 tampoco menciona dicha característica.

5.15. Como se discutió anteriormente para la reivindicación 1, ni D1 ni D2 divulgan nodos de acceso distribuidos geográficamente. Por consiguiente, ni D1 ni D2 pueden revelar identificar ponderaciones de haz de retorno como se reivindica en la presente solicitud. Como se discutió anteriormente para la reivindicación 1, D1 y D2 evitan la interferencia entre las señales del elemento en el enlace de alimentación, y por lo tanto no pueden aceptar la interferencia (superposición) que estaría presente en un sistema de conformación de haz de extremo a extremo. Para el enlace de retorno en la conformación de haz de extremo a extremo, los nodos de acceso pueden reutilizar el mismo ancho de banda del enlace de conexión para recibir las señales directas. Esto da como resultado una interferencia (superposición) entre las señales del enlace de retorno en el enlace de alimentación, además de la interferencia entre los elementos de antena presentes en el enlace del usuario. Sin embargo, en la conformación de haz de extremo a extremo, la matriz de conformación de haz tiene en cuenta la interferencia en el enlace del alimentador y del usuario, permitiendo que esta interferencia se acomode dentro del sistema. Por consiguiente, la matriz de ponderación de haz de retorno para un sistema de conformación de haz de extremo a extremo es diferente a la utilizada en un conformador de haz terrestre convencional como se describe en D1 (ver la Figura 5 y la Figura 7, y su respectiva descripción en la presente solicitud).

5.16. Una persona experta no modificaría D1 para incluir "nodos de acceso" que están "distribuidos geográficamente" ni "identificar una matriz de ponderación de haz de retorno para conformación de haz de extremo a extremo" por razones similares a las explicadas anteriormente para la reivindicación 1.

5.17. Por otra parte, El examinador admite que D2 no describe el paso de: *"recibir, nodos de acceso (515) en ubicaciones geográficamente distribuidas, las respectivas señales de enlace descendente de retorno"*. D1 tampoco describe esta característica.

5.18. Como se discutió anteriormente con respecto a la reivindicación 1, ni D1 ni D2, divulgan múltiples nodos de acceso, y por lo tanto no revelan la recepción en múltiples nodos de acceso.

5.19. Adicionalmente, ni D1 ni D2, describen que "las respectivas señales de retorno compuestas ponderadas se corrigen para compensar los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre el relé de extremo a extremo y los nodos de acceso antes de la combinación".

5.20. El examinador indica que D2 no cuenta con esta característica, sin embargo, D1 también falla en describirla. Como se mencionó anteriormente con respecto a la reivindicación 1, ni D1, ni D2 describen la distribución de los nodos de acceso geográficamente. Además (como se discutió para la reivindicación 1), la BT y MN de D1 y el CES de D2, no son análogos de los nodos de acceso. De acuerdo con esto, D1 y D2 no revelan la compensación de los retrasos de trayecto y los cambios de fase entre el relé de extremo a extremo y los nodos de acceso.

5.21. Ya que D1 y D2 no describen todas las características de la reivindicación 119 y que la persona versada en la materia no se vería motivada a modificar D1 y/o D2 para obtener las características mencionadas en la reivindicación 119, se debe tener en cuenta que la reivindicación 119 cuenta con nivel inventivo.

5.22. Por último, se debe tener en cuenta que la objeción a la reivindicación 152 (ahora numerada 115) es similar a la de la 119, por lo que se solicita tener en cuenta los mismos argumentos.

Ventajas sobre el estado del arte previo

5.23. Como se mencionó anteriormente con respecto a la reivindicación 1, los sistemas convencionales de formación de haz terrestre, como en D1 y D2, sufren el "problema de expansión de ancho de banda". Debido a que cada elemento de la antena en el satélite debe tener su propio canal separado en el enlace de alimentador, la cantidad de ancho de banda utilizado en el enlace de alimentador aumenta con la cantidad de elementos en la red de antenas en el relé (satélite). Por ejemplo, para un formador de haz terrestre convencional que utiliza 100 elementos y un ancho de banda de 1.5 GHz en el enlace del usuario, se requiere un ancho de banda total de 1500 GHz en el enlace de alimentador. Esto evita el uso de un gran número de elementos de antena (por ejemplo, más de una docena más o menos) en todo el espectro disponible en la banda Ka (por ejemplo, 1.5 GHz). En contraste, para las nuevas técnicas de formación de haz de extremo a extremo descritas en la presente solicitud, todos los nodos de acceso pueden reutilizar el mismo espectro del enlace de alimentador, y la cantidad de espectro utilizada no se escala con el número de elementos de antena. Aunque esto resulta en una interferencia entre las señales transmitidas a/desde los nodos de acceso, la interferencia se acomoda a través de la ponderación de formación de haz. Por consiguiente, la misma cantidad de espectro que se utiliza en el enlace del usuario puede ser reutilizada por todos los nodos de acceso en el enlace de alimentador (independientemente del número de elementos de antena y el número de nodos de acceso), evitando el problema de expansión de ancho de banda.

5.24. Por todo lo anteriormente argumentado, la presente invención describe una ventaja técnica que no se ha mencionado en el estado del arte previo citado y que le brinda nivel inventivo.

6. PETICIÓN

- 6.1. Teniendo en cuenta que se ha dado respuesta a todas las observaciones realizadas por su Despacho y que en este escrito se ha demostrado que las nuevas reivindicaciones 1 a 149 cumplen con los requisitos de patentabilidad, amablemente se solicita proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.
- 6.2. De manera subsidiaria y teniendo en cuenta que se han realizado modificaciones a las reivindicaciones y que la solicitud de patente de referencia fue publicada el 16 de enero de 2018 (estando así dentro de los 18 meses siguientes a la publicación), se solicita a su Despacho realizar un examen de patentabilidad adicional, si considera que los argumentos y modificaciones presentados no son suficientes para superar las objeciones trasladadas mediante el Oficio No.7771. Para lo anterior se realiza el pago en línea de la tasa correspondiente de manera simultánea a la radicación del presente escrito.

7. ANEXOS

- Nuevo capítulo reivindicatorio conformado por 149 reivindicaciones.

8. NOTIFICACIONES

Recibiré notificaciones en la secretaría de su Despacho; en mis oficinas de abogado ubicadas en la Calle 67 No. 7 – 35, oficina 1204, teléfono 3192900, fax 3210295, Bogotá D.C., Colombia, o; al correo electrónico patentes@gomezpinzon.com.

Atentamente,

MAURICIO JARAMILLO C.
C.C. 80.421.942 de Bogotá
T.P. 74.555 del C.S.J.
cmr

REIVINDICACIONES MODIFICADAS

1. Un método para proporcionar un servicio de comunicación a terminales de usuario (517) distribuidas sobre un área de cobertura de usuario (3460) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos de señal de recepción/transmisión directos (2001), el método comprende:

obtener señales de haz directas (511) que comprenden los flujos de datos de usuario directos (509) para la transmisión a las terminales de usuario agrupadas por áreas de cobertura de haz directo de usuario (519);

identificar una matriz de ponderación de haz directo (918) para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones desde nodos de acceso (515) en ubicaciones geográficamente distribuidas a las áreas de cobertura de haz directo de usuario a través del relé de extremo a extremo;

generar señales directas específicas de nodo de acceso respectiva (516) para la transmisión por los nodos de acceso, cada una de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas comprende un compuesto de las respectivas señales de haz directas (511) ponderadas por ponderaciones de formación de haces directos respectivos de la matriz de ponderación de haz directo; y

transmitir las respectivas señales de enlace ascendente directo (521) de nodos de acceso en base a las respectivas señales directas específicas de nodo de acceso, en donde las respectivas señales de enlace ascendente directo se precorrigien para compensar los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre los nodos de acceso y el relé de extremo a extremo.

2. El método de la reivindicación 1, que comprende, además:

transmitir las señales de baliza de nodo de acceso respectivas (2530) de los nodos de acceso al relé de extremo a extremo;

recibir, en los nodos de acceso, una señal de baliza de retransmisión transmitida desde el relé de extremo a extremo y las señales de baliza de nodo de acceso retransmitidas por el relé de extremo a extremo; y

ajustar las respectivas señales de enlace ascendente directo para realizar la precorrección basada al menos en parte en la señal de baliza de retransmisión y las señales de baliza de nodo de acceso retransmitidas.

3. El método de la reivindicación 2, que comprende, además:

demodular las respectivas señales de baliza de retransmisión recibidas para obtener la respectiva información de sincronización recibida y la información de fase recibida respectiva;

demodular las señales de baliza de nodo de acceso retransmitidas para obtener la información de sincronización de transmisión respectiva y la información de fase de transmisión respectiva.

4. El método de la reivindicación 3, caracterizado además porque la demodulación de las respectivas señales de baliza de retransmisión recibidas se realiza en los nodos de acceso.

5. El método de la reivindicación 3, caracterizado además porque la demodulación de las señales de baliza de nodo de acceso retransmitidas se realiza en los nodos de acceso.

6. El método de la reivindicación 3, caracterizado además porque la demodulación de una de las señales de baliza de nodo de acceso retransmitidas comprende demodular la una de las señales de baliza de nodo de acceso retransmitidas en las señales de enlace descendente recibidas por más de uno de los nodos de acceso.

7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 2-6, caracterizado además porque el ajuste comprende ajustar la sincronización de las respectivas señales de enlace ascendente directo para compensar las diferencias de retardo de tiempo entre los nodos de acceso y el relé de extremo a extremo.

8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 2-7, caracterizado además porque el ajuste comprende ajustar la fase de las respectivas señales de enlace ascendente directo para compensar las diferencias de desplazamiento de fase entre los nodos de acceso y el relé de extremo a extremo.

9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 2-8, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 2-9, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 2-10, caracterizado además porque cada uno de los nodos de acceso transmite una señal de baliza de nodo de acceso que comprende un código (2301) de pseudoruido (PN) asociado con ese nodo de acceso.

12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que comprende, además, distribuir las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas a los nodos de acceso con la información de tiempo de sincronización.

13. El método de la reivindicación 12, caracterizado además porque la transmisión comprende transmitir, desde los nodos de acceso, las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas mediante el uso de la información de tiempo de sincronización para

hacer que las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas se sincronicen cuando son recibidas por el relé de extremo a extremo.

14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 12-13, caracterizado además porque la distribución comprende:

multiplexar las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas con la información de tiempo de sincronización para obtener las señales directas específicas del nodo de acceso multiplexadas; y

enviar, a cada uno de los nodos de acceso, una de las señales directas específicas de nodo de acceso multiplexadas respectivas.

15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-14, que comprende, además:

recibir, en los nodos de acceso, las respectivas señales de enlace descendente de retorno (527) del relé de extremo a extremo, cada una de las respectivas señales de enlace descendente de retorno comprende los flujos de datos de usuario de retorno (535) transmitidos desde las segundas terminales de usuario y retransmitidos por el relé de extremo a extremo a través de trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno (1702) del relé de extremo a extremo, para formar una señal de retorno compuesta (907);

identificar una matriz de ponderación de haz de retorno (937) para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones desde las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a los nodos de acceso a través del relé de extremo a extremo;

aplicar, a cada una de las respectivas señales de retorno compuestas, las ponderaciones de formación de haces respectivos de la matriz de ponderación de haz de retorno para obtener las respectivas señales de retorno compuestas ponderadas (911) asociadas con cada una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario; y

combinar, para la cada una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, de señales de retorno compuestas ponderadas para obtener una señal de haz de retorno (915) asociada con la cada una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, caracterizado además porque las respectivas señales de retorno compuestas ponderadas se corrigen para compensar los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre el relé de extremo a extremo y los nodos de acceso antes de la combinación.

16. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-15, caracterizado además porque la obtención comprende:

agrupar los flujos de datos de usuario directos de conformidad con las áreas de cobertura de haz directo de usuario para obtener flujos de datos de haz directo (532), cada uno de los flujos de datos de haz directo comprende un subconjunto respectivo de los flujos de datos de usuario directos; y modular los flujos de datos de haz directo de conformidad con uno o más esquemas de modulación para obtener las señales de haz directas.

17. El método de la reivindicación 16, caracterizado además porque la obtención comprende, además, multiplexar, para el cada uno de los flujos de datos de haz directo, el subconjunto respectivo de los flujos de datos de usuario directos.

18. El método de la reivindicación 17, caracterizado además porque la multiplexación comprende la multiplexación en el dominio temporal, la multiplexación en el dominio de la frecuencia, o una combinación de estos.

19. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-18, caracterizado además porque cada uno de los nodos de acceso transmite la señal de enlace ascendente directo respectiva para retransmitir a las respectivas áreas de cobertura de haz directo de usuario a través de los respectivos trayectos de señal de recepción/transmisión directa del relé de extremo a extremo.

20. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-18, caracterizado además porque al menos uno de los nodos de acceso transmite una de las respectivas señales de enlace ascendente directo para retransmitir a las respectivas áreas de cobertura de haz directo de usuario a través de cada uno de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa del relé de extremo a extremo.

21. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-20, caracterizado además porque los nodos de acceso se distribuyen a través de un área de cobertura de nodo de acceso (3450) que corresponde a un área de cobertura de una antena de enlace de alimentador del relé de extremo a extremo.

22. El método de la reivindicación 21, caracterizado además porque las áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden el área de cobertura de usuario, y en donde el área de cobertura de nodo de acceso se superpone al menos parcialmente con el área de cobertura de usuario.

23. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-22, caracterizado además porque más de uno de los nodos de acceso se ubican dentro de una de las áreas de cobertura de haz directo de usuario.

24. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-23, caracterizado además porque al menos una de las áreas de cobertura de haz directo de usuario cubre un área donde no se localiza ningún nodo de acceso.

25. El método de las reivindicaciones 1-24, caracterizado además porque los nodos de acceso tienen un primer número de los nodos de acceso y el relé de extremo a extremo tienen un segundo número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa, y en donde el segundo número es diferente del primer número.

26. El método de la reivindicación 25, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

27. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 25-26, caracterizado además porque las áreas de cobertura de haz directo de usuario tienen un tercer número de las áreas de cobertura de haz directo de usuario, y en donde el tercer número es diferente del primer número.

28. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-27, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

29. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-28, caracterizado además porque los nodos de acceso transmiten las respectivas señales de enlace ascendente directo en un rango de frecuencias de enlace ascendente directo y el relé de extremo a extremo retransmite las respectivas señales de enlace ascendente directo a través de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa a las áreas de cobertura de haz directo de usuario mediante el uso de un rango de frecuencias de enlace descendente directo, y en donde el rango de frecuencias de enlace descendente directo es diferente del rango de frecuencias de enlace ascendente directo.

30. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-29, caracterizado además porque al menos uno de los nodos de acceso transmite una respectiva señal de enlace ascendente directo que comprende señales moduladas transmitidas sobre diferentes subbandas de frecuencia, en donde cada una de las señales moduladas se basa en una señal directa específica de nodo de acceso asociada con una de las diferentes subbandas de frecuencia.

31. El método de la reivindicación 30, caracterizado además porque las áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario asociados con las diferentes subbandas de frecuencia.

32. El método de la reivindicación 31, caracterizado además porque cada uno de los subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario comprende áreas de cobertura de haz directo de usuario no superpuestas.

33. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 30-32, caracterizado además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

34. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-33, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo tiene dimensiones que corresponden a un número de los nodos de acceso y un número de las áreas de cobertura de haz directo de usuario.

35. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-34, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina basada al menos en parte en una matriz de radiación de enlace ascendente directo que tiene dimensiones que corresponden a un número de los nodos de acceso y un número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa y una matriz de radiación de enlace descendente directo tiene dimensiones que corresponden al número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa y un número de las áreas de cobertura de haz directo de usuario.

36. El método de la reivindicación 35, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina basada al menos en parte en una matriz de carga útil directa del relé de extremo a extremo que tiene dimensiones que corresponden a un número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa.

37. El método de la reivindicación 36, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina como un producto de la matriz de radiación de enlace ascendente directo, la matriz de carga útil directa, y la matriz de radiación de enlace descendente directo.

38. El método de la reivindicación 36, caracterizado además porque la matriz de carga útil directa comprende una matriz diagonal.

39. Una red terrestre para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre un área de cobertura de usuario (3460) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos de señal de recepción/transmisión directa (2001), que comprende:

una interfaz de señal de haz (524) que obtiene señales de haz directas (511) que comprende los flujos de datos de usuario directos (509) para la transmisión a las terminales de usuario agrupadas por áreas de cobertura de haz directo de usuario (519);

un generador de ponderación de haz (910, 917) que genera una matriz de ponderación de haz directo (918) para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones desde las ubicaciones geográficamente distribuidas a las áreas de cobertura de haz directo de usuario a través del relé de extremo a extremo;

un formador de haz directo (529) acoplado con la interfaz de señal de haz y el generador de ponderación de haz, el formador de haz directo comprende un multiplicador de matriz que obtiene señales directas específicas de nodo de

acceso (516) en base a un producto de matriz de la matriz de ponderación de haz directo y un vector de las señales de haz directas;
una red de distribución (518) que distribuye las respectivas señales directas específicas de nodo de acceso; y
nodos de acceso (515) en las ubicaciones geográficamente distribuidas, caracterizados porque los nodos de acceso obtienen las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas de la red de distribución y comprende los transmisores (4012) que transmiten las respectivas señales de enlace ascendente directo (521) al relé de extremo a extremo a través de antenas basadas en las respectivas señales directas específicas de nodo de acceso, y en donde las respectivas señales de enlace ascendente directo se precorrigien para compensar los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase introducidos entre los nodos de acceso y el relé de extremo a extremo.

40. La red terrestre de la reivindicación 39, que comprende, además:
generadores de baliza de nodo de acceso (2529) que genera las señales de baliza de nodo de acceso respectivas (2530) para la transmisión de los nodos de acceso al relé de extremo a extremo; y
transmitir los compensadores de sincronización y fase (4020, 2539, 2541) que ajustan las respectivas señales de enlace ascendente directo para realizar la precorrección basada al menos en parte en una señal de baliza de retransmisión transmitida desde el relé de extremo a extremo y la respectivas señales de baliza de nodo de acceso retransmitidas.

41. La red terrestre de la reivindicación 40, caracterizada además porque los nodos de acceso comprenden los receptores (4002) que reciben las respectivas señales de enlace descendente (527) a través de las antenas, las respectivas señales de enlace descendente comprenden la señal de baliza de retransmisión y la respectivas señales de baliza de nodo de acceso retransmitidas.

42. La red terrestre de la reivindicación 41, que comprende, además:
los demoduladores de señal de baliza de retransmisión (2511) que demodulan la señal de baliza de retransmisión recibida respectivamente en los nodos de acceso para obtener la respectiva información de sincronización recibida y la información de fase recibida respectiva; y
los demoduladores de señal de baliza de nodo de acceso (2519) que demodulan las señales de baliza de nodo de acceso respectivas retransmitidas para obtener la información de sincronización de transmisión respectiva y la información de fase de transmisión respectiva.

43. La red terrestre de la reivindicación 42, caracterizada además porque los nodos de acceso comprende los demoduladores de señal de baliza de retransmisión.

44. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 42-43, caracterizada además porque los nodos de acceso comprende los demoduladores de la señal de baliza de nodo de acceso.

45. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 42-44, caracterizada además porque uno de los demoduladores de señal de baliza de nodo de acceso demodula una de las señales correspondientes de las señales de baliza de nodo de acceso respectivas retransmitidas en base a más de una de las señales de enlace descendente respectivas.

46. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 40-45, caracterizada además porque los compensadores de sincronización y fase de transmisión ajustan la sincronización de la señal de enlace ascendente directo respectiva para compensar las diferencias de retardo de tiempo entre los nodos de acceso y el relé de extremo a extremo.

47. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 40-46, caracterizada además porque los compensadores de sincronización y fase de transmisión ajustan una fase de la señal de enlace ascendente directo respectiva para compensar las diferencias de desplazamiento de fase entre los nodos de acceso y el relé de extremo a extremo.

48. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 40-47, caracterizada además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

49. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 40-48, caracterizada además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

50. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 40-49, caracterizada además porque cada uno de los nodos de acceso transmite una respectiva señal de baliza de nodo de acceso que comprende un código (2301) de pseudoruido (PN) asociado con ese nodo de acceso.

51. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-50, caracterizada además porque el formador de haz directo comprende formadores de haces de intervalo de tiempo directos (3006), en donde cada uno de los formadores de haces de intervalo de tiempo directos recibe un respectivo subconjunto de muestras de dominio temporal de cada una de las señales de haz directas y emite las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas asociadas con el cada uno de los nodos de acceso para el respectivo subconjunto de muestras de dominio temporal.

52. La red terrestre de la reivindicación 51, que comprende, además:
un desmultiplexor de señal de haz directo (3002) que desmultiplexa las señales de haz directas de conformidad con los subconjuntos de dominio temporal respectivos de las muestras y envía, a la cada uno de los formadores de haces

de intervalo de tiempo directos, el respectivo subconjunto de muestras de dominio temporal de cada una de las señales de haz directas; y
un multiplexor de señal de nodo de acceso directo (3010) que multiplexa los respectivos subconjuntos de muestras de dominio temporal de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas de los formadores de haces de intervalo de tiempo directos para la distribución al cada uno de los nodos de acceso.

53. La red terrestre de la reivindicación 52, caracterizada además porque el desmultiplexor de señal de haz directo intercala muestras de las señales de haz directas en los respectivos subconjuntos de muestras de dominio temporal de las señales de haz directas.

54. La red terrestre de la reivindicación 53, caracterizada además porque cada uno de los nodos de acceso comprende un desintercalador (4050) que desintercala las muestras de la respectiva señal directa específica de nodo de acceso.

55. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-54, caracterizada además porque la red de distribución distribuye las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas a los nodos de acceso con la información de tiempo de sincronización.

56. La red terrestre de la reivindicación 55, caracterizada además porque la red de distribución:

multiplexa las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas con la información de tiempo de sincronización para obtener las señales directas específicas del nodo de acceso multiplexadas; y
envía, a cada uno de los nodos de acceso, una de las señales directas específicas del nodo de acceso multiplexadas.

57. La red terrestre de la reivindicación 55, caracterizada además porque los nodos de acceso usa la información de tiempo de sincronización para hacer que las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas se sincronicen cuando son recibidas por el relé de extremo a extremo.

58. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39 o 46-57, caracterizada además porque:

cada uno de los nodos de acceso comprende un receptor (4002) que recibe una respectiva señal de enlace descendente de retorno (527) del relé de extremo a extremo a través de la antena, cada una de las respectivas señales de enlace descendente de retorno comprende un compuesto de señales de enlace ascendente de retorno (525) transmitidas desde segundas terminales de usuario y retransmitidas por el relé de extremo a extremo a través de trayectos de señal

de recepción/transmisión de retorno (1702) del relé de extremo a extremo, para formar una señal de retorno compuesta (907);

la red de distribución obtiene las respectivas señales de retorno compuestas de los nodos de acceso; y

el generador de ponderación de haz (910, 935) genera una matriz de ponderación de haz de retorno (937) para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones desde las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a los nodos de acceso a través del relé de extremo a extremo, la red terrestre comprende, además:

un formador de haz de retorno (531) que comprende un multiplicador de matriz de retorno que obtiene las respectivas señales de haz de retorno (915) para las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario en base a un producto de matriz de la matriz de ponderación de haz de retorno y un vector de las respectivas señales de retorno compuestas, en donde las respectivas señales de retorno compuestas se corrigen para la sincronización y fase para los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre el relé de extremo a extremo y los nodos de acceso.

59. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-58, que comprende, además:

un multiplexor de datos de haz directo (526) que agrupa los flujos de datos de usuario directos de conformidad con las áreas de cobertura de haz directo de usuario para obtener flujos de datos de haz directo (532), cada uno de los flujos de datos de haz directo comprende un subconjunto respectivo de los flujos de datos de usuario directos; y

un modulador de flujo de datos directo (528) que modula los flujos de datos de haz directo de conformidad con uno o más esquemas de modulación para obtener las señales de haz directas.

60. La red terrestre de la reivindicación 59, caracterizada además porque el multiplexor de datos de haz directo multiplexa, para el cada uno de los flujos de datos de haz directo, el subconjunto respectivo de los flujos de datos de usuario directos.

61. La red terrestre de la reivindicación 60, caracterizada además porque la multiplexación comprende la multiplexación en el dominio temporal, la multiplexación en el dominio de la frecuencia, o una combinación de estos.

62. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-61, caracterizada además porque cada uno de los nodos de acceso transmite la señal de enlace ascendente directo respectiva para retransmitir a las respectivas áreas de cobertura de haz directo

de usuario a través de los respectivos trayectos de señal de recepción/transmisión directa del relé de extremo a extremo.

63. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-62, caracterizada además porque al menos uno de los nodos de acceso transmite una de las respectivas señales de enlace ascendente directo para retransmitir a las respectivas áreas de cobertura de haz directo de usuario a través de cada una de las trayectos de señal de recepción/transmisión directa del relé de extremo a extremo.

64. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-63, caracterizada además porque los nodos de acceso se distribuyen a través de un área de cobertura de nodo de acceso (3450) que corresponde a un área de cobertura de una antena de enlace de alimentador del relé de extremo a extremo.

65. La red terrestre de la reivindicación 64, caracterizada además porque las áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden el área de cobertura de usuario, y en donde el área de cobertura de nodo de acceso se superpone al menos parcialmente con el área de cobertura de usuario.

66. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-65, caracterizada además porque más de uno de los nodos de acceso se ubican dentro de una de las áreas de cobertura de haz directo de usuario.

67. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-66, caracterizada además porque al menos una de las áreas de cobertura de haz directo de usuario cubre un área donde no se localiza ningún nodo de acceso.

68. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-67, caracterizada además porque los nodos de acceso tiene un primer número de los nodos de acceso y el relé de extremo a extremo tiene un segundo número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa, y en donde el segundo número es diferente del primer número.

69. La red terrestre de la reivindicación 68, caracterizada además porque el primer número es mayor que el segundo número.

70. La red terrestre de la reivindicación 68, caracterizada además porque las áreas de cobertura de haz directo de usuario tienen un tercer número de las áreas de cobertura de haz directo de usuario, y en donde el tercer número es diferente del primer número.

71. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-70, caracterizada además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

72. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-71, caracterizada además porque los nodos de acceso transmite las respectivas señales de enlace ascendente directo en un rango de frecuencias de enlace ascendente directa y el relé de extremo a extremo retransmite las respectivas señales de enlace ascendente directo a través de los

trayectos de señal de recepción/transmisión directa a las áreas de cobertura de haz directo de usuario mediante el uso de un rango de frecuencias de enlace descendente directo, y en donde el rango de frecuencias de enlace descendente directo es diferente del rango de frecuencias de enlace ascendente directo.

73. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-72, caracterizada además porque al menos uno los nodos de acceso transmite una respectiva señal de enlace ascendente directo que comprende unas señales moduladas transmitidas sobre diferentes subbandas de frecuencia, en donde cada una de las señales moduladas se basa en una señal directa específica de nodo de acceso asociada con una de las diferentes subbandas de frecuencia.

74. La red terrestre de la reivindicación 73, caracterizada además porque las áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario asociados con las diferentes subbandas de frecuencia.

75. La red terrestre de la reivindicación 74, caracterizada además porque cada uno de los subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario comprende una de las áreas de cobertura de haz directo de usuario no superpuestas.

76. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 73-75, caracterizada además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

77. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-76, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz directo tiene dimensiones que corresponden a un número de los nodos de acceso y un número de las áreas de cobertura de haz directo de usuario.

78. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 39-77, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina basada al menos en parte en una matriz de radiación de enlace ascendente directo que tiene dimensiones que corresponden a un número de los nodos de acceso y un número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa y una matriz de radiación de enlace descendente directo que tiene dimensiones que corresponden al número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa y un número de las áreas de cobertura de haz directo de usuario.

79. La red terrestre de la reivindicación 78, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina basada al menos en parte en una matriz de carga útil directa del relé de extremo a extremo que tiene dimensiones que corresponden a un número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa.

80. La red terrestre de la reivindicación 79, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina como un producto de la matriz de radiación de enlace ascendente directo, la matriz de carga útil directa, y la matriz de radiación de enlace descendente directo.

81. La red terrestre de la reivindicación 79, caracterizada además porque la matriz de carga útil directa comprende una matriz diagonal.

82. Un método para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre un área de cobertura de usuario (3460) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno (1702), el método comprende:

recibir, nodos de acceso (515) en ubicaciones geográficamente distribuidas, las respectivas señales de enlace descendente de retorno (527) del relé de extremo a extremo, cada una de las respectivas señales de enlace descendente de retorno comprende los flujos de datos de usuario de retorno (535) transmitidos desde las terminales de usuario y retransmitidos por el relé de extremo a extremo, para formar una señal de retorno compuesta (907);

identificar una matriz de ponderación de haz de retorno (937) para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones desde las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a los nodos de acceso a través del relé de extremo a extremo;

aplicar, a cada una de las respectivas señales de retorno compuestas, las ponderaciones de formación de haces respectivos de la matriz de ponderación de haz de retorno para obtener unas respectivas señales de retorno compuestas ponderadas (911) asociadas con cada una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario; y

combinar, para la cada una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, las respectivas señales de retorno compuestas ponderadas para obtener una señal de haz de retorno (915) asociada con la cada una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, caracterizado porque las respectivas señales de retorno compuestas ponderadas se corrigen para compensar los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre el relé de extremo a extremo y los nodos de acceso antes de la combinación.

83. El método de la reivindicación 82, que comprende, además:

recibir, en los nodos de acceso, una señal de baliza de retransmisión transmitida desde el relé de extremo a extremo; y

demodular las respectivas señales de baliza de retransmisión recibidas para obtener la respectiva información de sincronización recibida (2520),

caracterizado además porque la corrección de los retardos de trayectos respectivos se basa al menos en parte en la respectiva información de sincronización de recepción.

84. El método de la reivindicación 83, que comprende, además: determinar, para los nodos de acceso, los respectivos ajustes de sincronización de recepción (2512, 2513) y el respectivo ajuste de fase de recepción (2512, 2514) para compensar el deterioro del canal de enlace descendente basado al menos en parte en comparaciones de las respectivas señales de baliza de retransmisión recibidas con las respectivas señales de referencia locales.

85. El método de la reivindicación 84, que comprende, además: ajustar la sincronización de las respectivas señales de retorno compuestas en base a los respectivos ajustes de sincronización de recepción.

86. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 84-85, que comprende, además: ajustar una fase de las respectivas señales de retorno compuestas en base a los respectivos ajustes de fase de recepción.

87. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 83-86, caracterizado además porque la demodulación se realiza en los nodos de acceso.

88. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 83-87, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

89. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 83-88, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

90. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-89, que comprende, además:

multiplexar, en los nodos de acceso, las respectivas señales de retorno compuestas y la respectiva información de tiempo de sincronización para obtener las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas; y
enviar, desde los nodos de acceso, las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas a un formador de haz de retorno (531) para la aplicación.

91. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-90, caracterizado además porque la corrección de los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase comprenden alinear las porciones de las respectivas señales de retorno de enlace descendente compuestas que corresponden a un mismo tiempo de transmisión desde relé de extremo a extremo antes de la aplicación.

92. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-91, caracterizado además porque la corrección de los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase comprenden alinear, para la cada una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, las

porciones de las respectivas señales de retorno compuestas ponderadas que corresponden a un mismo tiempo de transmisión del relé de extremo a extremo antes de la combinación.

93. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-92, que comprende, además: demodular cada una de las señales de haz de retorno para obtener un flujo de datos de haz de retorno (534) asociado con la cada una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

94. El método de la reivindicación 93, que comprende, además: desmultiplexar cada uno de los flujos de datos de haz de retorno en los respectivos flujos de datos de usuario de retorno (535) asociados con las señales de enlace ascendente de retorno correspondientes (525) transmitidas desde las terminales de usuario.

95. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-94, caracterizado además porque cada una de las señales de enlace ascendente de retorno de las terminales de usuario se incluye en señales de enlace descendente de retorno respectivas.

96. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-95, caracterizado además porque cada una de las terminales de usuario transmite una señal de enlace ascendente de retorno respectiva a través de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno del relé de extremo a extremo.

97. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-96, caracterizado además porque los nodos de acceso se distribuyen a través de un área de cobertura de nodo de acceso (3450) que corresponde a un área de cobertura de una antena de enlace de alimentador del relé de extremo a extremo.

98. El método de la reivindicación 97, caracterizado además porque las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprenden el área de cobertura de usuario, y en donde el área de cobertura de nodo de acceso se superpone al menos parcialmente con el área de cobertura de usuario.

99. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-98, caracterizado además porque dos o más de los nodos de acceso se ubican dentro de una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

100. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-99, caracterizado además porque al menos una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario cubre un área donde no se localiza ningún nodo de acceso.

101. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-100, caracterizado además porque los nodos de acceso tiene un primer número de los nodos de acceso y el relé de extremo a extremo tiene un segundo número de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno, en donde el primer número es diferente del segundo número.

102. El método de la reivindicación 101, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

103. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 101-102, caracterizado además porque las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario tienen un tercer número de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, y en donde el tercer número es diferente del primer número.

104. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-103, caracterizado además porque las terminales de usuario transmite las señales de enlace ascendente de retorno en un rango de frecuencias de enlace ascendente de retorno y el relé de extremo a extremo retransmite las señales de enlace ascendente de retorno a través de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno a los nodos de acceso mediante el uso de un rango de frecuencias de enlace descendente de retorno, y en donde el rango de frecuencias de enlace descendente de retorno es diferente del rango de frecuencias de enlace ascendente de retorno.

105. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-104, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

106. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-105, caracterizado además porque las señales de enlace de retorno compuestas comprenden una señales moduladas recibidas sobre las diferentes subbandas de frecuencia.

107. El método de la reivindicación 106, caracterizado además porque las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprenden subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario asociada con las diferentes subbandas de frecuencia.

108. El método de la reivindicación 107, caracterizado además porque cada uno de los subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprende áreas de cobertura de haz de retorno de usuario no superpuestas.

109. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 106-107, caracterizado además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

110. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-109, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz de retorno tiene dimensiones que corresponden a un número de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario y un número de los nodos de acceso.

111. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 82-110, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz de retorno se determina en base a una matriz de radiación de enlace ascendente de retorno que tiene dimensiones que corresponden a un número de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario y un número de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno y una matriz de radiación de enlace descendente de retorno que

tiene dimensiones que corresponden al número de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno y un número de los de nodos de acceso.

112. El método de la reivindicación 111, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz de retorno se determina en base a una matriz de carga útil de retorno del relé de extremo a extremo que tiene dimensiones que corresponden a un número de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno.

113. El método de la reivindicación 112, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz de retorno se determina como un producto de la matriz de radiación de enlace ascendente de retorno, la matriz de carga útil de retorno, y la matriz de radiación de enlace descendente de retorno.

114. El método de la reivindicación 112, caracterizado además porque la matriz de carga útil de retorno comprende una matriz diagonal.

115. Una red terrestre para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre un área de cobertura de usuario (3460) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno (1702), que comprende:

nodos de acceso (515) en ubicaciones geográficamente distribuidas, cada uno de los nodos de acceso comprende un receptor (4002) que recibe una respectiva señal de enlace descendente de retorno (527) del relé de extremo a extremo a través de una antena, cada una de las respectivas señales de enlace descendente de retorno comprende un compuesto de las señales de enlace ascendente de retorno (525) transmitidas desde las terminales de usuario y retransmitidas por el relé de extremo a extremo, para formar una señal de retorno compuesta (907); y

una red de distribución (518) que obtiene las respectivas señales de retorno compuestas de los nodos de acceso;

un generador de ponderación de haz (910, 935) que genera una matriz de ponderación de haz de retorno (937) para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones desde las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a los nodos de acceso a través del relé de extremo a extremo; y

un formador de haz de retorno (531) acoplado con la red de distribución y el generador de ponderación de haz, el formador de haz de retorno comprende un multiplicador de matriz que obtiene las respectivas señales de haz de retorno (915) para las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario en base a un producto de matriz de la matriz de ponderación de haz de retorno y un vector

de las respectivas señales de retorno compuestas, caracterizada además porque las respectivas señales de retorno compuestas se corrigen para la sincronización y fase de los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre el relé de extremo a extremo y los nodos de acceso.

116. La red terrestre de la reivindicación 115, que comprende, además: demoduladores (2511) que demodulan una señal de baliza de retransmisión recibida respectivamente por los nodos de acceso para obtener la respectiva información de sincronización de recepción (2520), caracterizada además porque la corrección de los retardos de trayectos respectivos se basa al menos en parte en la respectiva información de sincronización de recepción.

117. La red terrestre de la reivindicación 116, caracterizada además porque los demoduladores determinan los respectivos ajustes de sincronización de recepción (2512, 2513) y los respectivos ajustes de fase de recepción (2512, 2514) para compensar el deterioro del canal de enlace descendente basado al menos en parte en las comparaciones de las respectivas señales de baliza de retransmisión recibidas con las respectivas señales de referencia locales.

118. La red terrestre de la reivindicación 117, que comprende, además: los ajustadores de sincronización de recepción (4024, 2515) que ajustan el tiempo de las respectivas señales de retorno compuestas para compensar las diferencias de retardo entre el relé de extremo a extremo y los de nodos de acceso.

119. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 117-118, que comprende, además: los ajustadores de fase de recepción (4024, 2517) que ajustan la fase de las respectivas señales de retorno compuestas para compensar las diferencias de desplazamiento de fase entre el relé de extremo a extremo y los respectivos nodos de acceso.

120. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 116-119, caracterizada además porque los nodos de acceso comprende los demoduladores.

121. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 116-120, caracterizada además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

122. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 116-121, caracterizada además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

123. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-122, caracterizada además porque los nodos de acceso comprende los respectivos multiplexores (2418, 4004) que multiplexan las respectivas señales de retorno compuestas y la respectiva información de tiempo de sincronización para obtener las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas y enviar las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas al formador de haz de retorno a través de la red de distribución.

124. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-123, caracterizada además porque el formador de haz de retorno comprende:

formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno (3016), en donde cada uno de los formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno recibe un respectivo subconjunto de muestras de dominio temporal de cada uno de las respectivas señales de retorno compuestas y emite las respectivas señales de haz de retorno asociadas con cada una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario para el respectivo subconjunto de muestras de dominio temporal.

125. La red terrestre de la reivindicación 24, que comprende, además:

un desmultiplexor de señal de retorno compuesta (3012) que desmultiplexa las respectivas señales de retorno compuestas de conformidad con los respectivos subconjuntos de muestras de dominio temporal y envía, a la cada uno de los formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno, el respectivo subconjunto de muestras de dominio temporal de cada una de las señales de retorno compuestas; y

un multiplexor de señal de haz de retorno (3020) que multiplexa los respectivos subconjuntos de muestras de dominio temporal de las respectivas señales de haz de retorno a partir de los respectivos formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno para obtener las respectivas señales de haz de retorno.

126. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 124-125, caracterizada además porque cada uno de los nodos de acceso comprende un intercalador (4044) que intercala las muestras de la respectiva señal de retorno compuesta para obtener los respectivos subconjuntos de muestras de dominio temporal de la respectiva señal de retorno compuesta.

127. La red terrestre de la reivindicación 126, que comprende, además: un desintercalador que desintercala las muestras de las respectivas señales de haz.

128. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-127, que comprende, además: un demodulador de señal de haz de retorno (552) que demodula cada una de las señales de haz de retorno para obtener un flujo de datos de haz de retorno (534) asociado con la cada una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

129. La red terrestre de la reivindicación 128, que comprende, además: un desmultiplexor de datos de haz de retorno (554) que desmultiplexa cada uno de los flujos de datos de haz de retorno en los respectivos flujos de datos de usuario de retorno (535) asociados con las señales de enlace ascendente de retorno transmitidas desde las terminales de usuario.

130. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-129, caracterizada además porque cada una de las señales de enlace ascendente de retorno de las terminales de usuario se incluye en una de las respectivas señales de enlace descendente de retorno.

131. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-130, caracterizada además porque cada una de las terminales de usuario transmite una señal de enlace ascendente de retorno respectiva a través de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno del relé de extremo a extremo.

132. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-131, caracterizada además porque los nodos de acceso se distribuyen a través de un área de cobertura de nodo de acceso (3450) que corresponde a un área de cobertura de una antena de enlace de alimentador del relé de extremo a extremo.

133. La red terrestre de la reivindicación 132, caracterizada además porque las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprenden el área de cobertura de usuario, y en donde el área de cobertura de nodo de acceso se superpone al menos parcialmente con el área de cobertura de usuario.

134. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-133, caracterizada además porque dos o más de los nodos de acceso se ubican dentro de una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

135. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-134, caracterizada además porque al menos una de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario cubre un área donde no se localiza ningún nodo de acceso.

136. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-135, caracterizada además porque los nodos de acceso tiene un primer número de los nodos de acceso y el relé de extremo a extremo tiene un segundo número de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno, en donde el primer número es diferente del segundo número.

137. La red terrestre de la reivindicación 136, caracterizada además porque el primer número es mayor que el segundo número.

138. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 136-137, caracterizada además porque las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario tienen un tercer número de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, y en donde el tercer número es diferente del primer número.

139. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-138, caracterizada además porque las terminales de usuario transmiten las señales de enlace ascendente de retorno en un rango de frecuencias de enlace ascendente de retorno y el relé de extremo a extremo retransmite las señales de enlace ascendente de retorno a través de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno a los nodos de acceso mediante el uso de un rango de frecuencias de enlace descendente de

retorno, y en donde el rango de frecuencias de enlace descendente de retorno es diferente del rango de frecuencias de enlace ascendente de retorno.

140. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-139, caracterizada además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

141. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-140, caracterizada además porque las respectivas señales de enlace de retorno compuestas comprenden unas señales moduladas recibidas sobre las diferentes subbandas de frecuencia.

142. La red terrestre de la reivindicación 141, caracterizada además porque las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprenden subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario asociada con las diferentes subbandas de frecuencia.

143. La red terrestre de la reivindicación 142, caracterizada además porque cada uno de los subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprende áreas de cobertura de haz de retorno de usuario no superpuestas.

144. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 141-143, caracterizada además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

145. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-144, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz de retorno tiene dimensiones que corresponden a un número de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario y un número de los nodos de acceso.

146. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 115-145, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz de retorno se determina en base a una matriz de radiación de enlace ascendente de retorno que tiene dimensiones que corresponden a un número de las áreas de cobertura de haz de retorno de usuario y un número de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno y una matriz de radiación de enlace descendente de retorno que tiene dimensiones que corresponden al número de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno y un número de los nodos de acceso.

147. La red terrestre de la reivindicación 146, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz de retorno se determina en base a una matriz de carga útil de retorno del relé de extremo a extremo que tiene dimensiones que corresponden a un número de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno.

148. La red terrestre de la reivindicación 147, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz de retorno se determina como un producto de la matriz de radiación de enlace ascendente de retorno, la matriz de carga útil de retorno y la matriz de radiación de enlace descendente de retorno.

149. La red terrestre de la reivindicación 147, caracterizada además porque la matriz de carga útil de retorno comprende una matriz diagonal.