

REIVINDICACIONES

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 múltiples de señal de recepción/transmisión directos (2001), el método comprende:

obtener múltiples señales de haz directas (511) que comprenden los flujos de datos de usuario directos (509) para la transmisión a una pluralidad de las terminales de usuario agrupadas por múltiples 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 una pluralidad de nodos de acceso (515) en ubicaciones geográficamente distribuidas a las múltiples 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 la pluralidad de 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 la pluralidad 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de nodos de acceso al relé de extremo a extremo;

recibir, en la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 una segunda pluralidad de las terminales de usuario y retransmitidos por el relé de extremo a extremo a través de trayectos múltiples 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a la pluralidad de 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 una pluralidad respectiva de señales de retorno compuestas ponderadas (911) asociadas con cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario; y

combinar, para la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, la pluralidad respectiva de señales de retorno compuestas ponderadas para obtener una señal de haz de retorno (915) asociada con la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, caracterizado además porque la pluralidad respectiva de 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 la pluralidad de 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 múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario para obtener múltiples flujos de datos de haz directo (532), cada uno de los múltiples flujos de datos de haz directo comprende un subconjunto respectivo de los flujos de datos de usuario directos; y

modular los múltiples flujos de datos de haz directo de conformidad con uno o más esquemas de modulación para obtener las múltiples 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 múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso transmite la señal de enlace ascendente directo respectiva para retransmitir a una pluralidad respectiva de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario a través de una pluralidad respectiva de los trayectos múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso transmite una de las respectivas señales de enlace ascendente directo para retransmitir a una pluralidad respectiva de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario a través de cada una de las trayectos múltiples 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 la pluralidad de 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 múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso se ubican dentro de una de las múltiples 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 múltiples 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 la pluralidad de 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.

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 múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso transmite 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 múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso transmite una respectiva señal de enlace ascendente directo que comprende una pluralidad de señales moduladas transmitidas sobre diferentes subbandas de frecuencia, en donde cada una de la pluralidad de 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 múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden una pluralidad de 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 la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario comprende una pluralidad de 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 la pluralidad de nodos de acceso y un número de las múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso y un número de los trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa y una matriz de radiación de enlace descendente directo tiene dimensiones que corresponden al número de los trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa y un número de las múltiples 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 múltiples 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 múltiples de señal de recepción/transmisión directa (2001), que comprende:

una interfaz de señal de haz (524) que obtiene múltiples 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 múltiples 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 múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas a las múltiples 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 una pluralidad de 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

una pluralidad de nodos de acceso (515) en las ubicaciones geográficamente distribuidas, caracterizada porque la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de nodos de acceso comprende 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 una pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos (3006), en donde cada uno de la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos para la distribución al cada uno de la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 la pluralidad de 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 una segunda pluralidad de las terminales de usuario y retransmitidas por el relé de extremo a extremo a través de trayectos múltiples 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 la pluralidad de 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a la pluralidad de 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 múltiples 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 la pluralidad de 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 múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario para obtener múltiples flujos de datos de haz directo (532), cada uno de

las múltiples 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 múltiples flujos de datos de haz directo de conformidad con uno o más esquemas de modulación para obtener las múltiples 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 múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso transmite la señal de enlace ascendente directo respectiva para retransmitir a una pluralidad respectiva de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario a través de una pluralidad respectiva de los trayectos múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso transmite una de las respectivas señales de enlace ascendente directo para retransmitir a una pluralidad respectiva de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario a través de cada una de las trayectos múltiples 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 la pluralidad de 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 múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso se ubican dentro de una de las múltiples 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 múltiples 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 la pluralidad de 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 múltiples 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 la pluralidad de 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 múltiples 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 de la pluralidad de nodos de acceso transmite una respectiva señal de enlace ascendente directo que comprende una pluralidad de señales moduladas transmitidas sobre diferentes subbandas de frecuencia, en donde cada una de la pluralidad de 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 múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden una pluralidad de 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 la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario comprende una pluralidad de 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 la pluralidad de nodos de acceso y un número de las múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso y un número de los trayectos múltiples 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 múltiples de señal de recepción/transmisión directa y un número de las múltiples 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 múltiples 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. 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 múltiples de señal de recepción/transmisión directa (2001), que comprende:

medios para generar (529), en base a múltiples señales de haz directas (511) que comprenden los flujos de datos de usuario directos (509) para la transmisión a una pluralidad de las terminales de usuario agrupadas por múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario (519), las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas (516) para la transmisión desde múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas a las terminales de usuario a través del relé de extremo a extremo, cada una de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas comprende un compuesto de las respectivas señales de haz directas ponderadas por ponderaciones de formación de haces directos respectivos de una matriz de ponderación de haz directo (918) para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones desde las

múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas a las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario a través del relé de extremo a extremo; y medios para transmitir (515) las respectivas señales de enlace ascendente directo (521) desde las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas en base a las respectivas señales directas específicas de nodo de acceso, caracterizada porque las respectivas señales de enlace ascendente directo se precorrigien para compensar los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas y el relé de extremo a extremo.

83. La red terrestre de la reivindicación 82, que comprende, además:
un generador de señal de baliza de nodo de acceso (2529) configurado para generar las señales de baliza de nodo de acceso respectivas (2530) para la transmisión de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas al relé de extremo a extremo; y
medios para ajustar las respectivas señales de enlace ascendente directo para realizar la corrección 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.

84. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-83, que comprende, además: una pluralidad de receptores (4002) en las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas configurada para recibir las respectivas señales de enlace descendente (527), las respectivas señales de enlace descendente comprenden la señal de baliza de retransmisión y las respectivas señales de baliza de nodo de acceso retransmitidas.

85. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-84, que comprende, además:
un demodulador de baliza de retransmisión (2511) configurado para demodular la señal de baliza de retransmisión respectivamente recibida en las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas para obtener la respectiva información de sincronización recibida y la información de fase recibida respectiva; y
un demodulador de señal de baliza de nodo de acceso (2519) configurado para demodular 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.

86. La red terrestre de la reivindicación 85, caracterizada además porque el medio para ajustar la fase bloquea el generador de señal de baliza de nodo de acceso a la señal de baliza de retransmisión.

87. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 83-86, caracterizada además porque el medio para ajustar ajusta la sincronización de la señal de enlace ascendente directo respectiva para compensar las diferencias de retardo de tiempo entre las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas y el relé de extremo a extremo.

88. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 83-87, caracterizada además porque el medio para ajustar ajusta una fase de la señal de enlace ascendente directo respectiva para compensar las diferencias de desplazamiento de fase entre las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas y el relé de extremo a extremo.

89. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 83-88, caracterizada además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

90. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 83-89, caracterizada además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

91. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 83-90, caracterizada además porque cada una de las señales de baliza de nodo de acceso respectivas comprende un código (2301) de pseudoruido (PN) asociado con un nodo de acceso respectivo ubicado en una ubicación respectiva de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas.

92. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-91, que comprende, además: una red de distribución (518) configurada para distribuir las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas a una pluralidad de nodos de acceso en las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas con la información de tiempo de sincronización.

93. La red terrestre de la reivindicación 92, que comprende, además:
medios para 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
medios para enviar, a la pluralidad de nodos de acceso, las señales directas específicas del nodo de acceso multiplexadas.

94. La red terrestre de la reivindicación 92, caracterizada además porque la pluralidad de 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.

95. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82 o 93-94, que comprende, además:

medios para recibir (515) las respectivas señales de enlace descendente de retorno (527) desde el relé de extremo a extremo en las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas, cada una respectivas señales de enlace descendente de retorno comprende las señales de enlace ascendente de retorno (525) transmitidas desde una segunda pluralidad las terminales de usuario y retransmitidas por el relé de extremo a extremo, para formar una señal de retorno compuesta (907);

medios para aplicar (903, 3006), a cada una de las respectivas señales de retorno compuestas, las ponderaciones de formación de haces respectivos de 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 la pluralidad de nodos de acceso a través del relé de extremo a extremo para obtener una pluralidad respectiva de señales de retorno compuestas ponderadas asociada con cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario; y

medios para combinar (533, 3006), para la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, la pluralidad respectiva de señales de retorno compuestas ponderadas para obtener una señal de haz de retorno (915) asociada con la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, caracterizada además porque la pluralidad respectiva de 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 las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas antes de la combinación.

96. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-95, que comprende, además:

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

medios para modular (528) los múltiples flujos de datos de haz directo de conformidad con uno o más esquemas de modulación para obtener las múltiples señales de haz directas.

97. La red terrestre de la reivindicación 96, que comprende, además: medio para multiplexar, para el cada uno de los múltiples flujos de datos de haz directo, el subconjunto respectivo de los flujos de datos de usuario directos.

98. La red terrestre de la reivindicación 97, 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.

99. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-98, caracterizada además porque cada una de las respectivas señales de enlace ascendente directo se transmiten a una pluralidad respectiva de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario a través de una pluralidad respectiva de los trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa del relé de extremo a extremo.

100. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-98, caracterizada además porque al menos una de las respectivas señales de enlace ascendente directo se transmite a una pluralidad respectiva de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario a través de cada una de las trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa del relé de extremo a extremo.

101. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-99, caracterizada además porque las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas 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.

102. La red terrestre de la reivindicación 101, caracterizada además porque las múltiples 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.

103. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-102, caracterizada además porque más de una de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas se ubican dentro de una de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario.

104. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-103, caracterizada además porque al menos una de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario cubre un área donde no se localizan ninguna de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas.

105. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-104, caracterizada además porque las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas tienen un primer número de las ubicaciones geográficamente distribuidas 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.

106. La red terrestre de la reivindicación 105, caracterizada además porque el primer número es mayor que el segundo número.

107. La red terrestre de la reivindicación 105, caracterizada además porque las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden un tercer número de las áreas de cobertura de haz directo de usuario, y en donde el tercer número es diferente del primer número.

108. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-107, caracterizada además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

109. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-108, caracterizada además porque los medios para la transmisión de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas 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 múltiples 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.

110. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-109, caracterizada además porque al menos uno de los medios para la transmisión de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas transmite una respectiva señal de enlace ascendente directo que comprende una pluralidad de señales moduladas transmitidas sobre diferentes subbandas de frecuencia, en donde cada una de la pluralidad de señales moduladas se basa en una señal directa específica de nodo de acceso asociada con una de las diferentes subbandas de frecuencia.

111. La red terrestre de la reivindicación 110, caracterizada además porque las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden una pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario asociado con las diferentes subbandas de frecuencia.

112. La red terrestre de la reivindicación 111, caracterizada además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario comprende una pluralidad de áreas de cobertura de haz directo de usuario no superpuestas.

113. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 110-112, caracterizada además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

114. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-113, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz directo tiene dimensiones que corresponden a un número de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas y un número de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario.

115. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 82-114, 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 que tiene dimensiones que corresponden a un número de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas y un número de los trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa y una matriz de radiación de enlace descendente que tiene dimensiones que corresponden al número de los trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa y un número de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario.

116. La red terrestre de la reivindicación 115, 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 múltiples de señal de recepción/transmisión directa.

117. La red terrestre de la reivindicación 116, 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.

118. La red terrestre de la reivindicación 116, caracterizada además porque la matriz de carga útil directa comprende una matriz diagonal.

119. 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 múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno (1702), el método comprende:

recibir, en una pluralidad de 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 una pluralidad de 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a la pluralidad de 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 una pluralidad respectiva de señales de

retorno compuestas ponderadas (911) asociadas con cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario; y
 combinar, para la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, la pluralidad respectiva de señales de retorno compuestas ponderadas para obtener una señal de haz de retorno (915) asociada con la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, caracterizado porque la pluralidad respectiva de 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 la pluralidad de nodos de acceso antes de la combinación.

120. El método de la reivindicación 119, que comprende, además:
 recibir, en la pluralidad de 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.

121. El método de la reivindicación 120, que comprende, además: determinar, para la pluralidad de 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.

122. El método de la reivindicación 121, que comprende, además: ajustar la sincronización de las respectivas señales de retorno compuestas en base a los respectivos ajustes de sincronización de recepción.

123. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 121-122, que comprende, además: ajustar una fase de las respectivas señales de retorno compuestas en base a los respectivos ajustes de fase de recepción.

124. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 120-123, caracterizado además porque la demodulación se realiza en la pluralidad de nodos de acceso.

125. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 120-124, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

126. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 120-125, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

127. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-126, que comprende, además:

multiplexar, en la pluralidad de 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 la pluralidad de nodos de acceso, las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas a un formador de haz de retorno (531) para la aplicación.

128. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-127, 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.

129. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-128, caracterizado además porque la corrección de los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase comprenden alinear, para la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, las porciones de la pluralidad respectiva de señales de retorno compuestas ponderadas que corresponden a un mismo tiempo de transmisión del relé de extremo a extremo antes de la combinación.

130. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-129, 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

131. El método de la reivindicación 130, 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 la pluralidad de las terminales de usuario.

132. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-131, caracterizado además porque cada una de las señales de enlace ascendente de retorno de la pluralidad de las terminales de usuario se incluye en una pluralidad de las señales de enlace descendente de retorno respectivas.

133. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-132, caracterizado además porque cada una de la pluralidad de las terminales de usuario transmite una señal de enlace ascendente de retorno respectiva a través de una pluralidad de los trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno del relé de extremo a extremo.

134. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-133, caracterizado además porque la pluralidad de 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.

135. El método de la reivindicación 134, caracterizado además porque las múltiples 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.

136. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-135, caracterizado además porque dos o más de la pluralidad de nodos de acceso se ubican dentro de una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

137. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-136, caracterizado además porque al menos una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario cubre un área donde no se localiza ningún nodo de acceso.

138. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-137, caracterizado además porque la pluralidad de 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.

139. El método de la reivindicación 138, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

140. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 138-139, caracterizado además porque las múltiples 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.

141. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-140, caracterizado además porque la pluralidad de 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 la pluralidad de 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.

142. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-141, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

143. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-142, caracterizado además porque las señales de enlace de retorno compuestas comprenden una pluralidad de señales moduladas recibida sobre las diferentes subbandas de frecuencia.

144. El método de la reivindicación 143, caracterizado además porque las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprenden una pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario asociada con las diferentes subbandas de frecuencia.

145. El método de la reivindicación 144, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprende una pluralidad de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario no superpuestas.

146. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 143-144, caracterizado además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

147. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-146, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz de retorno tiene dimensiones que corresponden a un número de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario y un número de la pluralidad de nodos de acceso.

148. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 119-147, 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 las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario y un número de los trayectos múltiples 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 múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno y un número de la pluralidad de nodos de acceso.

149. El método de la reivindicación 148, 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 múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno.

150. El método de la reivindicación 149, 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.

151. El método de la reivindicación 149, caracterizado además porque la matriz de carga útil de retorno comprende una matriz diagonal.

152. 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 múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno (1702), que comprende:

una pluralidad de nodos de acceso (515) en ubicaciones geográficamente distribuidas, cada uno de la pluralidad de 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 una pluralidad de 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 la pluralidad de 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a la pluralidad de 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 múltiples 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 la pluralidad de nodos de acceso.

153. La red terrestre de la reivindicación 152, que comprende, además:

demoduladores (2511) que demodulan una señal de baliza de retransmisión recibida respectivamente por la pluralidad de 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.

154. La red terrestre de la reivindicación 153, 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.

155. La red terrestre de la reivindicación 154, 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 la pluralidad de nodos de acceso.

156. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 154-155, 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.

157. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 153-156, caracterizada además porque la pluralidad de nodos de acceso comprende los demoduladores.

158. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 153-157, caracterizada además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

159. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 153-158, caracterizada además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

160. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-159, caracterizada además porque la pluralidad de 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.

161. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-160, caracterizada además porque el formador de haz de retorno comprende:

una pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno (3016), en donde cada uno de la pluralidad de 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario para el respectivo subconjunto de muestras de dominio temporal.

162. La red terrestre de la reivindicación 161, 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 la

pluralidad de 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 la pluralidad de los respectivos formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno para obtener las respectivas señales de haz de retorno.

163. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 161-162, caracterizada además porque cada uno de la pluralidad de 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.

164. La red terrestre de la reivindicación 163, que comprende, además: un desintercalador que desintercala las muestras de las respectivas señales de haz.

165. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-164, 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

166. La red terrestre de la reivindicación 165, 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 la pluralidad de las terminales de usuario.

167. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-166, caracterizada además porque cada una de las señales de enlace ascendente de retorno de la pluralidad de las terminales de usuario se incluye en una pluralidad de las respectivas señales de enlace descendente de retorno.

168. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-167, caracterizada además porque cada una de la pluralidad de las terminales de usuario transmite una señal de enlace ascendente de retorno respectiva a través de una pluralidad de los trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno del relé de extremo a extremo.

169. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-168, caracterizada además porque la pluralidad de 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.

170. La red terrestre de la reivindicación 169, caracterizada además porque las múltiples 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.

171. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-170, caracterizada además porque dos o más de la pluralidad de nodos de acceso se ubican dentro de una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

172. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-171, caracterizada además porque al menos una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario cubre un área donde no se localiza ningún nodo de acceso.

173. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-172, caracterizada además porque la pluralidad de 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.

174. La red terrestre de la reivindicación 173, caracterizada además porque el primer número es mayor que el segundo número.

175. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 173-174, caracterizada además porque las múltiples 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.

176. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-175, caracterizada además porque la pluralidad de 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 la pluralidad de 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.

177. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-176, caracterizada además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

178. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-177, caracterizada además porque las respectivas señales de enlace de retorno compuestas comprenden una pluralidad de señales moduladas recibida sobre las diferentes subbandas de frecuencia.

179. La red terrestre de la reivindicación 178, caracterizada además porque las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprenden una pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario asociada con las diferentes subbandas de frecuencia.

180. La red terrestre de la reivindicación 179, caracterizada además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprende una pluralidad de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario no superpuestas.

181. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 178-180, caracterizada además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

182. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-181, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz de retorno tiene dimensiones que corresponden a un número de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario y un número de la pluralidad de nodos de acceso.

183. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 152-182, 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario y un número de los trayectos múltiples 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 múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno y un número de la pluralidad de nodos de acceso.

184. La red terrestre de la reivindicación 183, 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 múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno.

185. La red terrestre de la reivindicación 184, 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.

186. La red terrestre de la reivindicación 184, caracterizada además porque la matriz de carga útil de retorno comprende una matriz diagonal.

187. 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 múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno (1702), que comprende:

medios para recibir (515) las respectivas señales de retorno compuestas (527) del relé de extremo a extremo en las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas, cada una de las respectivas señales de enlace descendente de retorno comprende las señales de enlace ascendente de retorno (525) transmitidas desde

una pluralidad de las terminales de usuario y retransmitidas por el relé de extremo a extremo, para formar una señal de retorno compuesta (907); medios para aplicar (539, 3016), a cada una de las respectivas señales de retorno compuestas, las ponderaciones de formación de haces respectivos de 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 las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas a través del relé de extremo a extremo para obtener una pluralidad respectiva de señales de retorno compuestas ponderadas (911) asociada con cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario; y medios para combinar (913, 3016), para la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, la pluralidad respectiva de señales de retorno compuestas ponderadas para obtener una señal de haz de retorno (915) asociada con la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, caracterizada porque la pluralidad respectiva de 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 las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas antes de la combinación.

188. La red terrestre de la reivindicación 187, que comprende, además: un demodulador de baliza de retransmisión (2511) configurado para demodular la señal de baliza de retransmisión respectivamente recibida en las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas para obtener la respectiva información de sincronización de recepción y la respectiva información de fase de recepción, 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.

189. La red terrestre de la reivindicación 188, que comprende, además: medio para determinar 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 las comparaciones de las respectivas señales de baliza de retransmisión recibidas con las respectivas señales de referencia locales.

190. La red terrestre de la reivindicación 189, que comprende, además: medios para ajustar la sincronización (4024, 2515) de las respectivas señales de retorno compuestas en base a los respectivos ajustes de sincronización de recepción.

191. La red terrestre de la reivindicación 189, que comprende, además: medios para ajustar la fase (4024, 2517) de las respectivas señales de retorno compuestas en base a los respectivos ajustes de fase de recepción.

192. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 188-191, caracterizada además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

193. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 188-192, caracterizada además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

194. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-193, que comprende, además:

medios para multiplexar (2418, 4004), en las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas, las respectivas señales de retorno compuestas y la respectiva información de tiempo de sincronización para obtener las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas; y
medios para enviar (2415, 4006), a partir de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas, las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas a los medios para la aplicación.

195. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-194, caracterizada además porque los medios para la aplicación corrigen los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase mediante la alineación de las porciones de las respectivas señales de retorno de enlace descendente compuestas que corresponden a un mismo tiempo de transmisión del relé de extremo a extremo.

196. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-195, caracterizada además porque los medios para combinar corrigen los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase mediante la alineación, para la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario, las porciones de la pluralidad respectiva de señales de retorno compuestas ponderadas que corresponden a un mismo tiempo de transmisión del relé de extremo a extremo.

197. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-196, que comprende, además: medios para demodular (552) 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

198. La red terrestre de la reivindicación 197, que comprende, además: medios para desmultiplexar (554) 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 la pluralidad de las terminales de usuario.

199. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-198, caracterizada además porque cada una de las señales de enlace ascendente de retorno de la pluralidad de las terminales de usuario se incluye en una pluralidad de las respectivas señales de enlace descendente de retorno.

200. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-199, caracterizada además porque cada una de la pluralidad de las terminales de usuario transmite una señal de enlace ascendente de retorno respectiva a través de una pluralidad de los trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno del relé de extremo a extremo.

201. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-200, caracterizada además porque las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas 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.

202. La red terrestre de la reivindicación 201, caracterizada además porque las múltiples 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.

203. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-202, caracterizada además porque dos o más de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas se ubican dentro de una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

204. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-203, caracterizada además porque al menos una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario cubre un área donde no se localizan ningunas de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas.

205. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-204, caracterizada además porque las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas tienen un primer número de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas y el relé de extremo a extremo tiene un segundo número de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno, y en donde el primer número es diferente del segundo número.

206. La red terrestre de la reivindicación 205, caracterizada además porque el primer número es mayor que el segundo número.

207. La red terrestre de la reivindicación 205, caracterizada además porque las múltiples 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.

208. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-207, caracterizada además porque la pluralidad de 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 la pluralidad de 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.

209. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-208, caracterizada además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

210. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-209, caracterizada además porque las respectivas señales de enlace de retorno compuestas comprenden una pluralidad de señales moduladas recibida sobre las diferentes subbandas de frecuencia.

211. La red terrestre de la reivindicación 210, caracterizada además porque las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprenden una pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario asociada con las diferentes subbandas de frecuencia.

212. La red terrestre de la reivindicación 211, caracterizada además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprende una pluralidad de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario no superpuestas.

213. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 210-212, caracterizada además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

214. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-213, caracterizada además porque la matriz de ponderación de haz de retorno tiene dimensiones que corresponden a un número de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario y un número de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas.

215. La red terrestre de una cualquiera de las reivindicaciones 187-214, 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario y un número de los trayectos múltiples 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 múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno y un número de las múltiples ubicaciones geográficamente distribuidas.

216. La red terrestre de la reivindicación 215, 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 múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno.

217. La red terrestre de la reivindicación 216, 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.

218. La red terrestre de la reivindicación 216, caracterizada además porque la matriz de carga útil de retorno comprende una matriz diagonal.

219. Un método para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa (2001), el método comprende:

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

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

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

distribuir las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas a la pluralidad de nodos de acceso con la información de sincronización directa respectiva para compensar los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre la pluralidad de nodos de acceso y el relé de extremo a extremo, caracterizado porque las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas se transmiten al relé de extremo a extremo para retransmitir a las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario por la pluralidad de nodos de acceso en los respectivos desplazamientos de dominio temporal basado al menos en parte en la información de sincronización directa.

220. El método de la reivindicación 219, caracterizado además porque la distribución comprende:

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

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

221. El método de la reivindicación 220, caracterizado además porque:
la multiplexación comprende dividir cada una de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas en una pluralidad de conjuntos de muestras; y
el envío comprende enviar la pluralidad de conjuntos de muestras de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas con la información de sincronización directa respectiva multiplexada a la pluralidad de nodos de acceso sobre las conexiones de conmutación por paquetes.

222. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 219-221, caracterizado además porque la distribución comprende: enviar las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas desplazadas por los respectivos desplazamientos de dominio temporal a la pluralidad de nodos de acceso.

223. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 219-222, caracterizado además porque la obtención comprende:

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

modular los múltiples flujos de datos de haz directo de conformidad con uno o más esquemas de modulación para obtener las múltiples señales de haz directas.

224. El método de la reivindicación 223, caracterizado además porque la obtención comprende: multiplexar, para el cada uno de los múltiples flujos de datos de haz directo, el respectivo subconjunto de los flujos de datos de usuario directos.

225. El método de la reivindicación 224, 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.

226. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 219-225, caracterizado además porque la generación comprende:

desmultiplexar las señales de haz directas en los subconjuntos de muestras de dominio temporal;

procesar los subconjuntos de muestras de dominio temporal con una pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos (3006), en donde cada uno de la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos obtiene un 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 la pluralidad de nodos de acceso para el subconjunto de muestras de dominio temporal; y
multiplexar, en cada una de las respectivas señales directas específicas de nodo de acceso, los subconjuntos de muestras de dominio temporal de la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos.

227. El método de la reivindicación 226, caracterizado además porque cada uno de los subconjuntos de muestras de dominio temporal comprende una pluralidad de muestras intercaladas.

228. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 219-227, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

229. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 219-228, 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.

230. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 219-229, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina en base a 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.

231. El método de la reivindicación 230, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina en base a 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.

232. El método de la reivindicación 231, 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.

233. El método de la reivindicación 231, caracterizado además porque la matriz de carga útil directa es una matriz diagonal.

234. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 219-230, caracterizado además porque el número de los nodos de acceso es mayor que el número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa.

235. Un aparato para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa (2001), que comprende:

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

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 de una pluralidad de nodos de acceso (515) en las ubicaciones geográficamente distribuidas a las múltiples 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 un vector de 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; y

una interfaz de distribución (536) que envía, a través de una red de distribución (518), las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas a la pluralidad de nodos de acceso con la información de sincronización directa respectiva para compensar los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre la pluralidad de nodos de acceso y el relé de extremo a extremo, caracterizado porque las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas se transmiten al relé de extremo a extremo para retransmitir a las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario por la pluralidad de nodos de acceso en los respectivos desplazamientos de dominio temporal basado al menos en parte en la información de sincronización directa.

236. El aparato de la reivindicación 235, que comprende, además: un multiplexor que multiplexa la información de sincronización directa respectiva con las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas para obtener las respectivas señales directas específicas del nodo de acceso multiplexadas para la distribución a la pluralidad de nodos de acceso por la interfaz de distribución.

237. El aparato de la reivindicación 236, caracterizado además porque:

el multiplexor divide cada una de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas en una pluralidad de conjuntos de muestras; y

la interfaz de distribución envía la pluralidad de conjuntos de muestras de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas con la información de sincronización directa respectiva multiplexada a la pluralidad de nodos de acceso sobre las conexiones de conmutación por paquetes.

238. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 235-237, caracterizado además porque la interfaz de distribución envía las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas desplazadas por los respectivos desplazamientos de dominio temporal a la pluralidad de nodos de acceso.

239. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 235-238, que comprende, además:

un multiplexor de datos de haz directo (526) que agrupa los flujos de datos de usuario directos de conformidad con las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario para obtener múltiples flujos de datos de haz directo (532), cada uno de los múltiples flujos de datos de haz directo comprende un subconjunto respectivo de los flujos de datos de usuario directos; y
un modulador de haz directo (528) que modula los múltiples flujos de datos de haz directo de conformidad con uno o más esquemas de modulación para obtener las múltiples señales de haz directas.

240. El aparato de la reivindicación 239, caracterizado además porque el multiplexor de datos de haz multiplexa, para el cada uno de los múltiples flujos de datos de haz directo, el respectivo subconjunto de los flujos de datos de usuario directos.

241. El aparato de la reivindicación 240, 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.

242. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 235-241, caracterizado además porque el formador de haz directo comprende: una pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos (3006), en donde cada uno de la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos obtiene 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 la pluralidad de nodos de acceso para el respectivo subconjunto de muestras de dominio temporal.

243. El aparato de la reivindicación 242, caracterizado además porque:

la interfaz de señal de haz comprende un desmultiplexor de señal de haz (3002) que desmultiplexa las señales de haz directas de conformidad con los respectivos subconjuntos de muestras de dominio temporal y envía, a la cada uno de la pluralidad de 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

la interfaz de distribución comprende un multiplexor de señal directa (3010) que multiplexa los respectivos subconjuntos de muestras de dominio temporal de la

respectiva salida de señales directas específicas de nodo de acceso de la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos para enviar al cada uno de la pluralidad de nodos de acceso.

244. El aparato de la reivindicación 243, que comprende, además: un intercalador de señal de haz directa que intercala las muestras de las señales de haz directas en los respectivos subconjuntos de muestras de dominio temporal de las señales de haz directas.

245. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 235-244, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

246. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 235-245, 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.

247. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 235-246, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina en base a 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.

248. El aparato de la reivindicación 247, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina en base a 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.

249. El aparato de la reivindicación 248, 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.

250. El aparato de la reivindicación 248, caracterizado además porque la matriz de carga útil directa comprende una matriz diagonal.

251. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 247-250, caracterizado además porque el número de los nodos de acceso es mayor que el número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa.

252. Un aparato para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa (2001), que comprende:

al menos un procesador; y

una memoria en comunicación electrónica con el al menos un procesador, la memoria comprende instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato:

obtenga múltiples señales de haz directas (511) que comprende los flujos de datos de usuario directos (509) para la transmisión a una pluralidad de las terminales de usuario agrupadas por las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario;

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

genere las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas (516) para la pluralidad de nodos de acceso, cada una de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas comprenden un compuesto de las respectivas señales de haz directas ponderadas por las ponderaciones de formación de haces directos respectivos de la matriz de ponderación de haz directo; y

envíe las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas a la pluralidad de nodos de acceso con la información de sincronización directa respectiva para compensar los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre la pluralidad de nodos de acceso y el relé de extremo a extremo, caracterizado porque las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas se transmiten al relé de extremo a extremo para retransmitir a las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario por la pluralidad de nodos de acceso en los respectivos desplazamientos de dominio temporal basado al menos en parte en la información de sincronización directa.

253. El aparato de la reivindicación 252, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato:

multiplexe las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas con la información de sincronización directa respectiva para obtener las respectivas señales directas específicas del nodo de acceso multiplexadas; y

envíe, a cada uno de la pluralidad de nodos de acceso, una de las respectivas señales directas específicas del nodo de acceso multiplexadas.

254. El aparato de la reivindicación 253, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato: divida cada una de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas en una pluralidad de conjuntos de muestras; y envíe la pluralidad de conjuntos de muestras de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas con la información de sincronización directa multiplexada respectiva a la pluralidad de nodos de acceso sobre las conexiones de conmutación por paquetes.

255. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 252-254, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato: envíe las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas desplazadas por los respectivos desplazamientos de dominio temporal a la pluralidad de nodos de acceso.

256. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 252-255, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato:

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

module los múltiples flujos de datos de haz directo de conformidad con uno o más esquemas de modulación para obtener las múltiples señales de haz directas.

257. El aparato de la reivindicación 256, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato: multiplexe, para el cada uno de los múltiples flujos de datos de haz directo, el respectivo subconjunto de los flujos de datos de usuario directos.

258. El aparato de la reivindicación 257, 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.

259. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 252-258, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato:

desmultiplexe las señales de haz directas en los subconjuntos de muestras de dominio temporal;

procese los subconjuntos de muestras de dominio temporal con una pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos (3006), en donde cada uno de la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos recibe un 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 la pluralidad de nodos de acceso para el subconjunto de muestras de dominio temporal; y multiplexe, en cada una de las respectivas señales directas específicas de nodo de acceso, los subconjuntos de muestras de dominio temporal emitidas desde la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo directos.

260. El aparato de la reivindicación 259, caracterizado además porque cada uno de los subconjuntos de muestras de dominio temporal comprende una pluralidad de muestras intercaladas.

261. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 252-260, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

262. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 252-261, 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.

263. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 252-262, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina en base a 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.

264. El aparato de la reivindicación 263, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina en base a 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.

265. El aparato de la reivindicación 264, 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.

266. El aparato de la reivindicación 264, caracterizado además porque la matriz de carga útil directa comprende una matriz diagonal.

267. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 263-266, caracterizado además porque el número de los nodos de acceso es mayor que el número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa.

268. Un aparato para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa (2001), que comprende:

medios para obtener (524) múltiples señales de haz directas (511) que comprenden los flujos de datos de usuario directos (509) para la transmisión a una pluralidad de las terminales de usuario agrupadas por las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario;

medios para generar (529) las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas (516) para la transmisión por una pluralidad de nodos de acceso (515) en las ubicaciones geográficamente distribuidas a las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario a través del relé de extremo a extremo, cada una de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas comprenden un compuesto de las respectivas señales de haz directas ponderadas por las ponderaciones de haz directos respectivos de una matriz de ponderación de haz directo (918) para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones de la pluralidad de nodos de acceso a las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario a través del relé de extremo a extremo; y

medios para enviar (536) las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas a la pluralidad de nodos de acceso con la información de sincronización directa respectiva para compensar los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase entre la pluralidad de nodos de acceso y el relé de extremo a extremo, caracterizado porque las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas se transmiten al relé de extremo a extremo para retransmitir a las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario por la pluralidad de nodos de acceso en los respectivos desplazamientos de dominio temporal basado al menos en parte en la información de sincronización directa.

269. El aparato de la reivindicación 268, que comprende, además:

medios para multiplexar las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas con la respectiva información de sincronización directa para obtener las respectivas señales directas específicas del nodo de acceso multiplexadas, caracterizado además porque el medio para enviar envía, a cada uno de la pluralidad de nodos de acceso, una de las respectivas señales directas específicas del nodo de acceso multiplexadas.

270. El aparato de la reivindicación 269, caracterizado además porque:

el medio para multiplexar divide cada una de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas en una pluralidad de conjuntos de muestras; y
 el medio para enviar envía la pluralidad de conjuntos de muestras de las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas con la respectiva información de sincronización directa multiplexada a la pluralidad de nodos de acceso sobre las conexiones de conmutación por paquetes.

271. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 268-270, caracterizado además porque el medio para enviar envía las señales directas específicas de nodo de acceso respectivas desplazadas por los respectivos desplazamientos de dominio temporal a la pluralidad de nodos de acceso.

272. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 268-271, caracterizado además porque el medio para obtener comprende:

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

medios para modular (528) los múltiples flujos de datos de haz directo de conformidad con uno o más esquemas de modulación para obtener las múltiples señales de haz directas.

273. El aparato de la reivindicación 272, caracterizado además porque el medio para obtener comprende: medios para multiplexar, para el cada uno de los múltiples flujos de datos de haz directo, el respectivo subconjunto de los flujos de datos de usuario directos.

274. El aparato de la reivindicación 273, 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.

275. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 268-274, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

276. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 268-275, 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.

277. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 268-276, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina en base a 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.

278. El aparato de la reivindicación 277, caracterizado además porque la matriz de ponderación de haz directo se determina en base a 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.

279. El aparato de la reivindicación 278, 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.

280. El aparato de la reivindicación 278, caracterizado además porque la matriz de carga útil directa comprende una matriz diagonal.

281. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 277-280, caracterizado además porque el número de los nodos de acceso es mayor que el número de los trayectos de señal de recepción/transmisión directa.

282. Un método para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno (1702), el método comprende:

obtener las respectivas señales de retorno compuestas (907) de una pluralidad de nodos de acceso (515) en las ubicaciones geográficamente distribuidas, cada una de las respectivas señales de retorno compuestas comprende un compuesto de señales de enlace ascendente de retorno (525) transmitidas desde una pluralidad de las terminales de usuario y retransmitidas por el relé de extremo a extremo;

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 a la pluralidad de nodos de acceso a través del relé de extremo a extremo; y

determinar un vector de señales de haz de retorno (915) para las múltiples 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, caracterizado 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 la pluralidad de nodos de acceso.

283. El método de la reivindicación 282, caracterizado además porque la obtención comprende recibir, de la pluralidad de nodos de acceso, las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas que comprenden las respectivas señales de retorno compuestas y la información de sincronización de retorno respectiva.

284. El método de la reivindicación 283, caracterizado además porque la corrección de los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase comprenden alinear, en base a la información de sincronización de retorno respectiva, las porciones de las respectivas señales de retorno compuestas que corresponden a un mismo tiempo de transmisión del relé de extremo a extremo antes de la determinación.

285. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 283-284, caracterizado además porque la corrección de los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase comprenden determinar los respectivos ajustes para las respectivas señales de retorno compuestas para compensar el deterioro del canal de enlace descendente basado al menos en parte en la información de sincronización de retorno respectiva.

286. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 282-285, caracterizado además porque cada una de las señales de retorno compuestas comprende una pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

287. El método de la reivindicación 286, caracterizado además porque la determinación comprende:

procesar los subconjuntos de muestras de dominio temporal de las señales de retorno compuestas con una pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno (3016), en donde cada uno de la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno recibe un subconjunto de muestras de dominio temporal de cada una de las señales de retorno compuestas y emite el vector de las señales de haz de retorno asociadas con la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario para el subconjunto de muestras de dominio temporal; y
multiplexar, en cada una de las señales de haz de retorno, los subconjuntos de muestras de dominio temporal de la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno.

288. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 286-287, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal comprende una pluralidad de muestras intercaladas.

289. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 282-288, que comprende, además: desplazar las respectivas señales de retorno compuestas desplazadas por los respectivos

desplazamientos de tiempo para corregir los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase y para los retardos de trayectoria de distribución respectivos y los desplazamientos de fase entre la pluralidad de nodos de acceso y un formador de haz de retorno.

290. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 282-289, 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

291. El método de la reivindicación 290, 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 transmitidas desde la pluralidad de las terminales de usuario.

292. El método de la reivindicación 291, caracterizado además porque la desmultiplexación comprende la desmultiplexación en el dominio temporal, la desmultiplexación en el dominio de frecuencia, o una combinación de estos.

293. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 282-292, caracterizado además porque la pluralidad de 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.

294. El método de la reivindicación 293, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

295. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 282-294, 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.

296. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 282-295, 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 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 tiene dimensiones que corresponden al número de los trayectos de señal de recepción/transmisión de retorno y un número de los nodos de acceso.

297. El método de la reivindicación 296, 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.

298. El método de la reivindicación 297, 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.

299. El método de la reivindicación 297, caracterizado además porque la matriz de carga útil de retorno comprende una matriz diagonal.

300. Un aparato para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno (1702), que comprende:

una interfaz de distribución (536, 931) que recibe las respectivas señales de retorno compuestas (907) de una pluralidad de nodos de acceso (515) en las ubicaciones geográficamente distribuidas, cada una de las respectivas señales de retorno compuestas comprende un compuesto de señales de enlace ascendente de retorno (525) transmitidas desde una pluralidad de las terminales de usuario y retransmitidas por el relé de extremo a extremo;

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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario a la pluralidad de nodos de acceso a través del relé de extremo a extremo; y

un formador de haz de retorno (531) acoplado con la interfaz de distribución y el generador de ponderación de haz, el formador de haces comprende un multiplicador de matriz que obtiene un vector de señales de haz de retorno (915) para las múltiples 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, caracterizado 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 la pluralidad de nodos de acceso.

301. El aparato de la reivindicación 300, caracterizado además porque la interfaz de distribución recibe, de la pluralidad de nodos de acceso, las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas que comprenden las respectivas señales de retorno compuestas y la información de sincronización de retorno respectiva.

302. El aparato de la reivindicación 301, que comprende, además, un módulo de sincronización (947) que alinea, en base a la respectiva información de tiempo de sincronización, las porciones de las respectivas señales de retorno compuestas que corresponden a un mismo tiempo de transmisión del relé de extremo a extremo para la entrada al formador de haces.

303. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 301-302, que comprende, además, una pluralidad de demoduladores (2511) que determinan los respectivos ajustes para las respectivas señales de retorno compuestas para compensar el deterioro del canal de enlace descendente basado al menos en parte en la información de sincronización de retorno respectiva.

304. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 300-303, caracterizado además porque cada una de las señales de retorno compuestas comprende una pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

305. El aparato de la reivindicación 304, que comprende, además:

una pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno (3016), caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno recibe un subconjunto de muestras de dominio temporal de cada una de las señales de retorno compuestas y emite el vector de las señales de haz de retorno asociadas con la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario para el subconjunto de muestras de dominio temporal; y

un multiplexor de señal de haz de retorno (3020) que multiplexa, en cada una de las señales de haz de retorno, los subconjuntos de muestras de dominio temporal de la pluralidad de formadores de haces de intervalo de tiempo de retorno.

306. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 304-305, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal comprende una pluralidad de muestras intercaladas.

307. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 300-306, que comprende, además, un módulo de sincronización (947) que desplaza las respectivas señales de retorno compuestas por los respectivos desplazamientos de tiempo para corregir los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase y para los retardos de trayectoria de distribución respectivos y los desplazamientos de fase entre la pluralidad de nodos de acceso y el formador de haz de retorno.

308. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 300-307, 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

309. El aparato de la reivindicación 308, que comprende, además:

un desmultiplexor 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 la pluralidad de las terminales de usuario.

310. El aparato de la reivindicación 309, caracterizado además porque la desmultiplexación comprende la desmultiplexación en el dominio temporal, la desmultiplexación en el dominio de frecuencia, o una combinación de estos.

311. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 300-310, caracterizado además porque la pluralidad de 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.

312. El aparato de la reivindicación 311, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

313. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 300-312, 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.

314. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 300-313, 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 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.

315. El aparato de la reivindicación 314, 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.

316. El aparato de la reivindicación 315, 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.

317. El aparato de la reivindicación 315, caracterizado además porque la matriz de carga útil de retorno comprende una matriz diagonal.

318. Un aparato para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a

través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión (1702), que comprende:

al menos un procesador; y

una memoria en comunicación electrónica con el al menos un procesador, la memoria comprende instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato:

obtenga las respectivas señales de retorno compuestas (907) de una pluralidad de nodos de acceso (515) en las ubicaciones geográficamente distribuidas, cada una de las respectivas señales de retorno compuestas comprende un compuesto de señales de enlace ascendente de retorno (525) transmitidas desde una pluralidad de las terminales de usuario y retransmitidas por el relé de extremo a extremo;

identifique 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 a la pluralidad de nodos de acceso a través del relé de extremo a extremo; y

determine un vector de señales de haz de retorno (915) para las múltiples 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, caracterizado 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 la pluralidad de nodos de acceso.

319. El aparato de la reivindicación 318, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato:

reciba, de la pluralidad de nodos de acceso, las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas comprenden las respectivas señales de retorno compuestas y la información de sincronización de retorno respectiva.

320. El aparato de la reivindicación 319, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato: alinee, en base a la información de sincronización de retorno respectiva, las porciones de las respectivas señales de retorno compuestas que corresponden a un mismo tiempo de transmisión del relé de extremo a extremo antes de la determinación.

321. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 319-320, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un

procesador para hacer que el aparato: determine los respectivos ajustes para las respectivas señales de retorno compuestas para compensar el deterioro del canal de enlace descendente basado al menos en parte en la información de sincronización de retorno respectiva.

322. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 318-321, caracterizado además porque cada una de las señales de retorno compuestas comprende una pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

323. El aparato de la reivindicación 322, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato: procese los subconjuntos de dominio temporal correspondientes de las muestras para cada una de las señales de retorno compuestas para obtener el vector de las señales de haz de retorno asociadas con la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario para los subconjuntos de dominio temporal correspondientes de las muestras; y multiplexe para cada una de las señales de haz de retorno, los subconjuntos de muestras de dominio temporal.

324. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 322-323, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal comprende una pluralidad de muestras intercaladas.

325. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 318-324, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato: desplace las respectivas señales de retorno compuestas por los respectivos desplazamientos de tiempo para corregir los retardos de trayectos respectivos y los desplazamientos de fase y para los retardos de trayectoria de distribución respectivos y los desplazamientos de fase entre la pluralidad de nodos de acceso y el aparato.

326. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 318-325, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato: demodule 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 múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

327. El aparato de la reivindicación 326, caracterizado además porque la memoria comprende, además, instrucciones ejecutables por el al menos un procesador para hacer que el aparato: desmultiplexe 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 la pluralidad de las terminales de usuario.

328. El aparato de la reivindicación 327, caracterizado además porque la desmultiplexación comprende la desmultiplexación en el dominio temporal, la desmultiplexación en el dominio de frecuencia, o una combinación de estos.

329. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 318-328, caracterizado además porque la pluralidad de 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.

330. El aparato de la reivindicación 329, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

331. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 318-330, 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 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.

332. El aparato de la reivindicación 331, 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.

333. El aparato de la reivindicación 332, 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.

334. El aparato de la reivindicación 332, caracterizado además porque la matriz de carga útil de retorno comprende una matriz diagonal.

335. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 318-334, 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.

336. Un aparato para proporcionar un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión (1702), que comprende:

medios para recibir (536, 931) las respectivas señales de retorno compuestas (907) de una pluralidad de nodos de acceso (515) en las ubicaciones

geográficamente distribuidas, cada una de las respectivas señales de retorno compuestas comprende un compuesto de señales de enlace ascendente de retorno (525) transmitidas desde una pluralidad de las terminales de usuario y retransmitidas por el relé de extremo a extremo;

medios para sincronizar (947, 3006) las respectivas señales de retorno compuestas para compensar para la sincronización y fase de los retardos de trayectos respectiva y los desplazamientos de fase entre el relé de extremo a extremo y la pluralidad de nodos de acceso;

medios para determinar (531, 3006) un vector de señales de haz de retorno (915) para las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario en base a un producto de matriz de una matriz de ponderación de haz de retorno para la formación de haces de extremo a extremo de transmisiones desde las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario a la pluralidad de nodos de acceso a través del relé de extremo a extremo y un vector de las respectivas señales de retorno compuestas sincronizadas.

337. El aparato de la reivindicación 336, caracterizado además porque el medio para recibir recibe, de la pluralidad de nodos de acceso, las respectivas señales de retorno compuestas multiplexadas que comprenden las respectivas señales de retorno compuestas y la información de sincronización de retorno respectiva.

338. El aparato de la reivindicación 337, caracterizado además porque el medio para sincronizar alinea, en base a la información de sincronización de retorno respectiva, las porciones de las respectivas señales de retorno compuestas que corresponden a un mismo tiempo de transmisión del relé de extremo a extremo antes de la determinación.

339. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 337-338, que comprende, además:

medios para determinar los respectivos ajustes para las respectivas señales de retorno compuestas para compensar el deterioro del canal de enlace descendente basado al menos en parte en la información de sincronización de retorno respectiva.

340. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 336-339, caracterizado además porque cada una de las señales de retorno compuestas comprende una pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

341. El aparato de la reivindicación 340, caracterizado además porque el medio para determinar comprende:

medios para procesar (3006) los subconjuntos de dominio temporal correspondientes de las muestras para cada una de las señales de retorno

compuestas para obtener el vector de las señales de haz de retorno asociadas con la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario para los subconjuntos de dominio temporal correspondientes de las muestras; y medios para multiplexar (3020), para cada una de las señales de haz de retorno, los subconjuntos de muestras de dominio temporal.

342. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 340-341, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal comprende una pluralidad de muestras intercaladas.

343. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 336-341, que comprende, además: medios para demodular cada una de las señales de haz de retorno para obtener un flujo de datos de haz de retorno asociados con la cada una de las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario.

344. El aparato de la reivindicación 343, que comprende, además: medios para desmultiplexar cada uno de los flujos de datos de haz de retorno en los respectivos secuencias de datos de usuario de retorno asociados con las señales de enlace ascendente de retorno transmitidas desde la pluralidad de las terminales de usuario.

345. El aparato de la reivindicación 344, caracterizado además porque la desmultiplexación comprende la desmultiplexación en el dominio temporal, la desmultiplexación en el dominio de frecuencia, o una combinación de estos.

346. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 336-345, caracterizado además porque la pluralidad de 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.

347. El aparato de la reivindicación 346, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

348. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 336-347, 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.

349. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 336-348, 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 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.

350. El aparato de la reivindicación 349, 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.

351. El aparato de la reivindicación 350, 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.

352. El aparato de la reivindicación 350, caracterizado además porque la matriz de carga útil de retorno comprende una matriz diagonal.

353. Un método de comunicación en un nodo de acceso (515) de un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de nodos de acceso en las ubicaciones geográficamente distribuidas que proporciona un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa (2001), el método comprende:

obtener una señal directa específica de nodo de acceso (516) para la transmisión a través del relé de extremo a extremo a una pluralidad de las terminales de usuario agrupadas por las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario, la señal directa específica de nodo de acceso comprende un compuesto de señales de haz directas (511) que corresponde a una pluralidad de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario, las señales de haz directas ponderadas por las ponderaciones de haz respectivas de un vector de ponderación de haz asociado con el nodo de acceso;

identificar la información de sincronización de transmisión de señal directa (4016) que indica la sincronización de transmisión para la señal directa específica de nodo de acceso;

transmitir una señal de enlace ascendente directo (521) que comprende la señal directa específica de nodo de acceso y una señal de baliza de nodo de acceso (2530) al relé de extremo a extremo, la señal directa específica de nodo de acceso tiene la información de sincronización de transmisión de señal directa sincronizada a la información de sincronización de transmisión correspondiente en la señal de baliza de nodo de acceso;

recibir la señalización (527) del relé de extremo a extremo que comprende una señal de baliza de retransmisión y la señal de baliza de nodo de acceso retransmitida del relé de extremo a extremo; y

ajustar la señal de enlace ascendente directo al tiempo y alinear la fase de la señal de baliza de nodo de acceso retransmitida con la señal de baliza de retransmisión recibida.

354. El método de la reivindicación 353, que comprende, además: demodular la señal de baliza de retransmisión para obtener la información de sincronización de recepción (4026, 2525) y la información de fase de recepción (4026, 2542).

355. El método de la reivindicación 354, que comprende, además: demodular la señal de baliza de nodo de acceso retransmitida para obtener la información de sincronización de transmisión retransmitida (4028, 2521) y la información de fase de transmisión retransmitida (4028, 2521).

356. El método de la reivindicación 355, caracterizado además porque el ajuste comprende: ajustar la sincronización de la señal de enlace ascendente directo en base a la comparación de la información de sincronización de recepción a la información de sincronización de transmisión retransmitida.

357. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 355-356, caracterizado además porque el ajuste comprende: ajustar una fase de la señal de enlace ascendente directo en base a la comparación de la información de fase de recepción a la información de fase de transmisión retransmitida.

358. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-357, caracterizado además porque la identificación comprende: desmultiplexar la información de sincronización de transmisión de señal directa desde una señal directa específica de nodo de acceso multiplexada recibida en el nodo de acceso.

359. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-358, caracterizado además porque la señal directa específica de nodo de acceso comprende una pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

360. El método de la reivindicación 359, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal comprende una pluralidad de muestras intercaladas para la señal directa específica de nodo de acceso, el método comprende, además: desintercalar las muestras intercaladas de la señal directa específica de nodo de acceso.

361. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-360, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

362. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-361, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama retransmitida.

363. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-362, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso comprende un código (2301) de pseudoruido (PN) asociado con el nodo de acceso.

364. El método de la reivindicación 363, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso comprende la información de sincronización de trama de transmisión.

365. El método de la reivindicación 364, caracterizado además porque el ajuste de la señal de enlace ascendente directo comprende: ajustar la sincronización de la información de sincronización de trama de transmisión.

366. El método de la reivindicación 364, caracterizado además porque el ajuste de la señal de enlace ascendente directo comprende: desplazar una porción subsiguiente de la información de sincronización de trama de transmisión con relación al código de PN.

367. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 363-366, caracterizado además porque el ajuste de la señal de enlace ascendente directo comprende: ajustar una sincronización del chip del código de PN.

368. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-367, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende una pluralidad de señales en una pluralidad de subbandas.

369. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-368, caracterizado además porque la señal de enlace ascendente directo se transmite en una señal polarizada circularmente y la señal de baliza de retransmisión se recibe en una señal polarizada linealmente.

370. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-369, caracterizado además porque:

la señal directa específica de nodo de acceso comprende una pluralidad de subseñales asociadas con los diferentes subconjuntos de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario; y

la transmisión de la señal de enlace ascendente directo comprende la conversión ascendente de la pluralidad de subseñales a diferentes frecuencias portadoras.

371. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-370, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso se transmite al relé de extremo a extremo durante un intervalo de calibración no superpuesto en el tiempo con la señal directa específica de nodo de acceso.

372. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-371, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso se transmite al relé de extremo a extremo a una densidad espectral de potencia mayor que la señal directa específica de nodo de acceso.

373. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-372, caracterizado además porque la pluralidad de 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, en donde el primer número es diferente del segundo número.

374. El método de la reivindicación 373, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

375. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-374, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

376. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 353-375, caracterizado además porque la señal de enlace ascendente directo comprende una pluralidad de señales transmitidas sobre diferentes subbandas de frecuencia.

377. El método de la reivindicación 376, caracterizado además porque las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden una pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario asociados con las diferentes subbandas de frecuencia.

378. El método de la reivindicación 377, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario comprende una pluralidad de áreas de cobertura de haz directo de usuario no superpuestas.

379. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 376-377, caracterizado además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

380. Un nodo de acceso (515) para la comunicación en un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de nodos de acceso en las ubicaciones geográficamente distribuidas que proporciona un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa (2001), que comprende:

- una interfaz de red (2415, 4006) que obtiene una señal directa específica de nodo de acceso (516) para la transmisión a una pluralidad de las terminales de usuario agrupadas por las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario a través del relé de extremo a extremo, la señal directa específica de nodo de acceso comprende un compuesto de señales de haz directas (511) que corresponde a una pluralidad de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario, las señales de haz directas ponderadas por las ponderaciones de haz respectivas de un vector de ponderación de haz asociado con el nodo de acceso;
- un desmultiplexor (4060) que obtiene información de sincronización y fase de transmisión de señal directa (4016) para la señal directa específica de nodo de acceso;

un transmisor (4012) que transmite una señal de enlace ascendente directo (521) que comprende una señal de baliza de nodo de acceso (2530) y la señal directa específica de nodo de acceso al relé de extremo a extremo;

un receptor (4002) que recibe una señal de enlace descendente (527) del relé de extremo a extremo, la señal de enlace descendente comprende una señal de baliza de retransmisión y la señal de baliza de nodo de acceso retransmitida retransmitidas del relé de extremo a extremo;

un controlador (2523) que determina un ajuste de sincronización y fase (2524) para alinear la información de sincronización y fase de transmisión retransmitidas en la señal de baliza de nodo de acceso retransmitida con la información de sincronización y fase de retransmisión recibida en la señal de baliza de retransmisión recibida; y

un compensador de sincronización y fase de transmisión (4020) que emite la señal de enlace ascendente directo al transmisor en base al ajuste de sincronización y fase, el compensador de sincronización y fase de transmisión multiplexa la señal directa específica de nodo de acceso con la señal de baliza de nodo de acceso de manera que la información de sincronización y fase de transmisión de señal directa se sincroniza a la información de sincronización y fase de transmisión correspondiente en la señal de baliza de nodo de acceso.

381. El nodo de acceso de la reivindicación 380, que comprende, además: un demodulador de señal de baliza de retransmisión (2511) que demodula la señal de baliza de retransmisión para obtener la información de sincronización y fase de recepción (4028).

382. El nodo de acceso de la reivindicación 381, que comprende, además: un demodulador de señal de baliza de acceso (2519) que demodula la señal de baliza de nodo de acceso retransmitida para obtener la información de sincronización y fase de transmisión retransmitidas (4026).

383. El nodo de acceso de la reivindicación 382, caracterizado además porque el controlador determina el ajuste de sincronización y fase en base a una comparación de la información de sincronización y fase de recepción con la información de sincronización y fase de transmisión retransmitidas.

384. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-383, caracterizado además porque el desmultiplexor desmultiplexa la información de sincronización de transmisión de señal directa desde una señal directa específica de nodo de acceso multiplexada.

385. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-384, caracterizado además porque la señal directa específica de nodo de acceso comprende una pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

386. El nodo de acceso de la reivindicación 385, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal comprende una pluralidad de muestras intercaladas para la señal directa específica de nodo de acceso, el nodo de acceso comprende, además: un desintercalador (4050) que desintercala las muestras intercaladas de la señal directa específica de nodo de acceso.

387. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-386, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

388. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-387, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama retransmitida.

389. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-388, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso comprende un código (2301) de pseudoruido (PN) asociado con el nodo de acceso.

390. El nodo de acceso de la reivindicación 389, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso comprende la información de sincronización de trama de transmisión.

391. El nodo de acceso de la reivindicación 390, caracterizado además porque, en base al ajuste de sincronización de baliza, el generador de sincronización de baliza de acceso ajusta la sincronización de la información de sincronización de trama de transmisión.

392. El nodo de acceso de la reivindicación 390, caracterizado además porque, en base al ajuste de sincronización de baliza, el generador de sincronización de baliza de acceso desplaza una porción subsiguiente de la información de sincronización de trama de transmisión con relación al código de PN.

393. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 389-392, caracterizado además porque, en base al ajuste de sincronización de baliza, el generador de sincronización de baliza de acceso ajusta una sincronización del chip del código de PN.

394. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-393, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende una pluralidad de señales en una pluralidad de subbandas.

395. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-394, caracterizado además porque la señal de enlace ascendente directo se transmite en una señal polarizada circularmente y la señal de baliza de retransmisión se recibe en una señal polarizada linealmente.

396. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-395, caracterizado además porque:

la señal directa específica de nodo de acceso comprende una pluralidad de subseñales asociadas con los diferentes subconjuntos de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario; y

la transmisión de la señal de enlace ascendente directo comprende la conversión ascendente de la pluralidad de subseñales a diferentes frecuencias portadoras.

397. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-396, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso se transmite al relé de extremo a extremo durante un intervalo de calibración no superpuesto en el tiempo con la señal directa específica de nodo de acceso.

398. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-397, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso se transmite al relé de extremo a extremo a una densidad espectral de potencia mayor que la señal directa específica de nodo de acceso.

399. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-398, caracterizado además porque la pluralidad de 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, en donde el primer número es diferente del segundo número.

400. El nodo de acceso de la reivindicación 399, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

401. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-400, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

402. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 380-401, caracterizado además porque la señal de enlace ascendente directo comprende una pluralidad de señales transmitidas sobre diferentes subbandas de frecuencia.

403. El nodo de acceso de la reivindicación 402, caracterizado además porque las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden una pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario asociadas con las diferentes subbandas de frecuencia.

404. El nodo de acceso de la reivindicación 403, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario comprende una pluralidad de áreas de cobertura de haz directo de usuario no superpuestas.

405. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 402-404, caracterizado además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

406. Un nodo de acceso (515) para la comunicación en un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de nodos de acceso en las ubicaciones geográficamente distribuidas

que proporciona un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión directa (2001), que comprende:

medios para obtener (2415, 4006) una señal directa específica de nodo de acceso (516) para la transmisión a través del relé de extremo a extremo a una pluralidad de las terminales de usuario agrupadas por las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario, la señal directa específica de nodo de acceso comprende un compuesto de señales de haz directas (511) que corresponde a una pluralidad de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario, las señales de haz directas ponderadas por las ponderaciones de haz respectivas de un vector de ponderación de haz asociado con el nodo de acceso;

medios para identificar (4060) la información de sincronización de transmisión de señal directa (4016) que indica la sincronización de transmisión para la señal directa específica de nodo de acceso;

medios para transmitir (4012) una señal de enlace ascendente directo (521) que comprende la señal directa específica de nodo de acceso al relé de extremo a extremo, la señal directa específica de nodo de acceso tiene la información de sincronización de transmisión de señal directa sincronizada a la información de sincronización de transmisión correspondiente; y

medios para ajustar la sincronización y fase (4020) de la señal de enlace ascendente directo para compensar la señal directa específica de nodo de acceso para un retardo de trayectoria y un desplazamiento de fase entre el nodo de acceso y el relé de extremo a extremo.

407. El nodo de acceso de la reivindicación 406, que comprende, además: medios para recibir (4002) la señalización del relé de extremo a extremo que comprende una señal de baliza de retransmisión y una señal de baliza de nodo de acceso (2530) transmitida por el nodo de acceso y retransmitidas por el relé de extremo a extremo.

408. El nodo de acceso de la reivindicación 407, que comprende, además: medios para determinar (2511) la información de sincronización de recepción (4028, 2521) y la información de fase de recepción (4028, 2521) en base a la señal de baliza de retransmisión.

409. El nodo de acceso de la reivindicación 408, que comprende, además: medios para determinar la información de sincronización de transmisión retransmitida (4026, 2540) y la información de fase de transmisión retransmitida (4026, 2542) en base a la señal de baliza de nodo de acceso retransmitida.

410. El nodo de acceso de la reivindicación 409, caracterizado además porque el medio para ajustar ajusta la sincronización de la señal de enlace ascendente directo en base a una comparación de la información de sincronización de recepción con la información de sincronización de transmisión retransmitida.

411. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 409-410, caracterizado además porque el medio para ajustar la sincronización y fase ajusta la fase de la señal de enlace ascendente directo en base a una comparación de la información de fase de recepción con la información de fase de transmisión retransmitida.

412. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 407-411, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

413. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 407-412, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama retransmitida.

414. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 407-413, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso comprende un código (2301) de pseudoruido (PN) asociado con el nodo de acceso.

415. El nodo de acceso de la reivindicación 414, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso comprende la información de sincronización de trama de transmisión.

416. El nodo de acceso de la reivindicación 415, caracterizado además porque el medio para ajustar ajusta la sincronización de la información de sincronización de trama de transmisión.

417. El nodo de acceso de la reivindicación 415, caracterizado además porque el medio para ajustar desplaza una porción subsiguiente de la información de sincronización de trama de transmisión con relación al código de PN.

418. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 414-417, caracterizado además porque el medio para ajustar ajusta una sincronización del chip del código de PN.

419. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 407-418, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso se transmite al relé de extremo a extremo durante un intervalo de calibración no superpuesto en el tiempo con la señal directa específica de nodo de acceso.

420. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 407-419, caracterizado además porque la señal de baliza de nodo de acceso se transmite al relé de extremo a extremo a una densidad espectral de potencia mayor que la señal directa específica de nodo de acceso.

421. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 407-420, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende una pluralidad de señales en una pluralidad de subbandas.

422. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 407-421, caracterizado además porque la señal de enlace ascendente directo se transmite en una señal polarizada circularmente y la señal de baliza de retransmisión se recibe en una señal polarizada linealmente.

423. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 406-422, que comprende, además: medios para desmultiplexar la información de sincronización de transmisión de señal directa desde una señal directa específica de nodo de acceso multiplexada recibida en el nodo de acceso.

424. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 406-423, caracterizado además porque la señal directa específica de nodo de acceso comprende una pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

425. El nodo de acceso de la reivindicación 424, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal comprende una pluralidad de muestras intercaladas para la señal directa específica de nodo de acceso, el nodo de acceso comprende, además: medios para desintercalar las muestras intercaladas de la señal directa específica de nodo de acceso.

426. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 406-425, caracterizado además porque:

la señal directa específica de nodo de acceso comprende una pluralidad de subseñales asociadas con los diferentes subconjuntos de las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario; y

los medios para transmitir las conversiones ascendentes de la pluralidad de subseñales a diferentes frecuencias portadoras.

427. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 406-426, caracterizado además porque la pluralidad de 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, en donde el primer número es diferente del segundo número.

428. El nodo de acceso de la reivindicación 427, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

429. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 406-428, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

430. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 406-429, caracterizado además porque la señal de enlace ascendente directo comprende una pluralidad de señales transmitidas sobre diferentes subbandas de frecuencia.

431. El nodo de acceso de la reivindicación 430, caracterizado además porque las múltiples áreas de cobertura de haz directo de usuario comprenden una pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario asociadas con las diferentes subbandas de frecuencia.

432. El nodo de acceso de la reivindicación 431, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz directo de usuario comprende una pluralidad de áreas de cobertura de haz directo de usuario no superpuestas.

433. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 430-432, caracterizado además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

434. Un método de comunicación en un nodo de acceso (515) de un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de nodos de acceso en las ubicaciones geográficamente distribuidas que proporciona un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno (1702), el método comprende:

recibir una señal de enlace descendente de retorno (527) que comprende una señal de retorno compuesta (907) y una señal de baliza de retransmisión del relé de extremo a extremo, la señal de retorno compuesta comprende señales de enlace ascendente de retorno (525) de una pluralidad de las terminales de usuario retransmitidas por el relé de extremo a extremo;

demodular la señal de baliza de retransmisión para obtener la información de sincronización de recepción (2520);

multiplexar la señal de retorno compuesta con la información de sincronización de recepción para obtener una señal de retorno compuesta multiplexada; y

enviar la señal de retorno compuesta multiplexada a un formador de haz de retorno (531).

435. El método de la reivindicación 434, caracterizado además porque la demodulación comprende: determinar un ajuste de sincronización de recepción (2512, 2513) y un ajuste de fase de recepción (2512, 2514) para compensar el deterioro del canal de enlace descendente basado al menos en parte de una comparación de la señal de baliza de retransmisión a una señal de referencia local.

436. El método de la reivindicación 435, que comprende, además: ajustar la sincronización de la señal de retorno compuesta en base al ajuste de sincronización de recepción.

437. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 435-436, que comprende, además: ajustar una fase de la señal de retorno compuesta en base al ajuste de fase de recepción.

438. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 434-437, caracterizado además porque la señal de retorno compuesta multiplexada comprende una pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

439. El método de la reivindicación 438, que comprende, además: intercalar las muestras de la señal de retorno compuesta multiplexada en la pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

440. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 434-439, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

441. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 434-440, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

442. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 434-441, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende una pluralidad de señales en una pluralidad de subbandas.

443. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 434-442, caracterizado además porque la señal de retorno compuesta comprende una señal polarizada circularmente y la señal de baliza de retransmisión comprende una señal polarizada linealmente.

444. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 434-443, caracterizado además porque el sistema de comunicación 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.

445. El método de la reivindicación 444, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

446. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 434-445, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

447. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 434-446, caracterizado además porque la señal de retorno compuesta comprende una pluralidad de señales en diferentes subbandas de frecuencia.

448. El método de la reivindicación 447, caracterizado además porque las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprenden una pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario asociada con las diferentes subbandas de frecuencia.

449. El método de la reivindicación 448, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprende una pluralidad de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario no superpuestas.

450. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 447-449, caracterizado además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

451. Un nodo de acceso (515) para la comunicación en un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de nodos de acceso en las ubicaciones geográficamente distribuidas

que proporciona un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a través de un relé de extremo a extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno (1702), que comprende:

- un receptor (4002) que recibe una señal de enlace descendente de retorno (527) del relé de extremo a extremo, la señal de enlace descendente de la señal de retorno comprende una señal de baliza de retransmisión y señales de enlace ascendente de retorno (525) de una pluralidad de las terminales de usuario retransmitidas por el relé de extremo a extremo, para formar una señal de retorno compuesta (907);
- un demodulador de señal de baliza de retransmisión (2511) que demodula la señal de baliza de retransmisión para obtener información de sincronización de retransmisión (2520);
- un multiplexor (2518, 4004) que multiplexa la señal de retorno compuesta con la información de sincronización de retransmisión para obtener una señal de retorno compuesta multiplexada; y
- una interfaz de señal (2415, 4006) que envía la señal de retorno compuesta multiplexada a un formador de haz de retorno (531).

452. El nodo de acceso de la reivindicación 451, caracterizado además porque el demodulador de señal de baliza de retransmisión compara la señal de baliza de retransmisión con una señal de referencia local para obtener un ajuste de sincronización de recepción (2512, 2513) y un ajuste de fase de recepción (2512, 2514) para compensar el deterioro del canal de enlace descendente.

453. El nodo de acceso de la reivindicación 452, que comprende, además: un ajustador de sincronización (4024, 2515) que ajusta la sincronización de la señal de retorno compuesta en base al ajuste de sincronización de recepción.

454. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 452-453, que comprende, además: un ajustador de fase (4024, 2517) que ajusta una fase de señal de retorno compuesta en base al ajuste de fase de recepción.

455. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 451-454, caracterizado además porque la señal de retorno compuesta multiplexada comprende una pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

456. El nodo de acceso de la reivindicación 455, que comprende, además: un intercalador (4044) que intercala las muestras de la señal de retorno compuesta multiplexada en la pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

457. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 451-456, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

458. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 451-457, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

459. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 451-458, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende una pluralidad de señales en una pluralidad de subbandas.

460. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 451-459, caracterizado además porque la señal de retorno compuesta comprende una señal polarizada circularmente y la señal de baliza de retransmisión comprende una señal polarizada linealmente.

461. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 451-460, caracterizado además porque el sistema de comunicación 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.

462. El nodo de acceso de la reivindicación 461, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

463. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 451-462, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

464. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 451-463, caracterizado además porque la señal de retorno compuesta comprende una pluralidad de señales en diferentes subbandas de frecuencia.

465. El nodo de acceso de la reivindicación 464, caracterizado además porque las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprenden una pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario asociadas con las diferentes subbandas de frecuencia.

466. El nodo de acceso de la reivindicación 465, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprende una pluralidad de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario no superpuestas.

467. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 464-466, caracterizado además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

468. Un nodo de acceso (515) para la comunicación en un sistema de comunicación que comprende una pluralidad de nodos de acceso en las ubicaciones geográficamente distribuidas que proporciona un servicio de comunicación a las terminales de usuario (517) distribuidas sobre múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario (519) a través de un relé de extremo a

extremo (503, 1202, 1502, 3403) que comprende trayectos múltiples de señal de recepción/transmisión de retorno (1702), que comprende:

medios para recibir (4002) una señal de enlace descendente de retorno (527) del relé de extremo a extremo, la señal de enlace descendente de retorno comprende una señal de baliza de retransmisión y señales de enlace ascendente de retorno (525) de una pluralidad de las terminales de usuario retransmitidas por el relé de extremo a extremo, para formar una señal de retorno compuesta (907);
 medios para obtener (2511) la información de sincronización de recepción (2520) en base a la señal de baliza de retransmisión;
 medios para multiplexar (2518, 4004) la señal de retorno compuesta con la información de sincronización de recepción para obtener una señal de retorno compuesta multiplexada; y
 medios para enviar (2415, 4006) la señal de retorno compuesta multiplexada a un formador de haz de retorno (531).

469. El nodo de acceso de la reivindicación 468, caracterizado además porque el medio para obtener determina un ajuste de sincronización de recepción (2512, 2513) y un ajuste de fase de recepción (2512, 2514) para compensar el deterioro del canal de enlace descendente basado al menos en parte de una comparación de la señal de baliza de retransmisión a una señal de referencia local.

470. El nodo de acceso de la reivindicación 469, que comprende, además: medios para ajustar la sincronización (4024, 2515) de la señal de retorno compuesta en base al ajuste de sincronización de recepción.

471. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 469-470, que comprende, además: medios para ajustar una fase (4024, 2517) de la señal de retorno compuesta en base al ajuste de fase de recepción.

472. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 468-471, caracterizado además porque la señal de retorno compuesta multiplexada comprende una pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

473. El nodo de acceso de la reivindicación 472, que comprende, además, medios para intercalar (4044) las muestras de la señal de retorno compuesta multiplexada en la pluralidad de subconjuntos de muestras de dominio temporal.

474. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 468-473, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende un código (2307) de pseudoruido (PN).

475. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 468-474, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende la información de sincronización de trama.

476. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 468-475, caracterizado además porque la señal de baliza de retransmisión comprende una pluralidad de señales en una pluralidad de subbandas.

477. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 468-476, caracterizado además porque la señal de retorno compuesta comprende una señal polarizada circularmente y la señal de baliza de retransmisión comprende una señal polarizada linealmente.

478. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 468-477, caracterizado además porque el sistema de comunicación 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.

479. El nodo de acceso de la reivindicación 478, caracterizado además porque el primer número es mayor que el segundo número.

480. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 468-479, caracterizado además porque el relé de extremo a extremo es un satélite.

481. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 468-480, caracterizado además porque la señal de retorno compuesta comprende una pluralidad de señales en diferentes subbandas de frecuencia.

482. El nodo de acceso de la reivindicación 481, caracterizado además porque las múltiples áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprenden una pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario asociadas con las diferentes subbandas de frecuencia.

483. El nodo de acceso de la reivindicación 482, caracterizado además porque cada uno de la pluralidad de subconjuntos de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario comprende una pluralidad de áreas de cobertura de haz de retorno de usuario no superpuestas.

484. El nodo de acceso de una cualquiera de las reivindicaciones 481-484, caracterizado además porque un ancho de banda para cada una de las diferentes subbandas de frecuencia es mayor que o igual a 500 megahertz.

