

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 928**

51 Int. Cl.:

H04W 48/08 (2009.01)

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 72/08 (2009.01)

H04W 4/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2007 E 16194907 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3142394**

54 Título: **Método y aparato para la reutilización de recursos en un sistema de comunicación**

30 Prioridad:

02.03.2007 US 681302

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

02.10.2020

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**BOTTOMLEY, GREGORY E.;
KOORAPATY, HAVISH;
CHENG, JUNG-FU y
RAMESH, RAJARAM**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 784 928 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para la reutilización de recursos en un sistema de comunicación

Antecedentes**Sector técnico**

- 5 La presente invención se refiere generalmente a los sistemas de comunicación, tales como las redes de comunicación celulares, y concretamente se refiere a un método y sistema para reutilizar recursos estadísticamente, tal como códigos de difusión o tonos de portadora, en los sistemas de comunicación.

Antecedentes

- 10 Los sistemas de comunicación inalámbrica actuales y en desarrollo emplean habitualmente adaptación de enlace de transmisión, que varía uno o más parámetros de transmisión de datos en respuesta a cambios en las condiciones de recepción. Como ejemplo, un receptor remoto evalúa la calidad de la señal recibida, determina la tasa de datos recibidos que puede soportar con esa calidad, y devuelve una solicitud de tasa de datos correspondiente al transmisor de origen. En respuesta, el transmisor utiliza la tasa de datos solicitada para ajustar su siguiente transmisión al receptor.

- 15 Implícita en tales sistemas está la noción de que las condiciones de recepción del receptor durante el intervalo de tiempo en el que el transmisor utiliza la tasa de datos adaptada son iguales (o lo suficientemente parecidas) a las condiciones de recepción existentes cuando el receptor realizó su determinación de la calidad de la señal. No obstante, al menos algunos actuales (y muchos estándares de red de desarrollo) proporcionan servicios de paquetes de alta velocidad en los que los datos en paquetes entrantes a la red para su emisión hacia receptores remotos, generalmente tienen una distribución de llegada aleatoria. Es decir, para algunos intervalos de transmisión, algunos transmisores de la red tienen pocos o ningún dato que enviar, mientras que otros tienen grandes cantidades de datos que enviar.

- 25 De este modo, las actividades de transmisión individuales para datos en paquetes dentro de un grupo dado de transmisores de la red pueden variar ampliamente en intervalos de transmisión sucesivos. Componiendo estas variaciones de actividad, existe una tendencia para transmisores dados de la red a asignar una potencia de transmisión significativa y/u otros recursos de transmisión si existen datos en paquetes para enviar en cualquier intervalo dado, como base para enviar datos a la tasa más alta que se pueda conseguir dentro de ese intervalo. Con ese planteamiento, la interferencia provocada por un transmisor con respecto a receptores que operan en áreas próximas puede variar enormemente en intervalos de transmisión sucesivos, en función de si el transmisor tiene
- 30 datos en paquetes que enviar, y, si es así, en función de las asignaciones de recursos de transmisión realizadas por el transmisor para enviar esos datos.

- 35 Para apreciar los retos que dichas circunstancias presentan para los receptores que intentan determinar la retroalimentación de adaptación de enlace, considérese que un receptor dado puede calcular la calidad de la señal recibida en un instante de tiempo en el que uno (o más) transmisores están enviando datos en paquetes activamente, lo que significa que el cálculo de la calidad de la señal del receptor refleja los potencialmente altos niveles de interferencia provocados por los transmisores próximos, activos. De este modo, hasta el punto de que esos transmisores próximos están inactivos (o transmiten de otra forma con interfaz inferior) durante un tiempo de recepción posterior, el nivel de interferencia experimentado por el receptor será menor y su calidad de señal calculada previamente será mucho más pesimista para esas condiciones. En consecuencia, el receptor recibirá
- 40 menos servicio durante la condición de baja interferencia, hasta el punto de que el transmisor que soporta al receptor ha adaptado su enlace de transmisión al receptor sobre la base de la calidad de señal calculada previamente.

El documento US 2006/018389 A1 explica un método para reducir el número de bits de retroalimentación necesarios para enviar información sobre el estado del canal en un canal de retroalimentación.

- 45 El documento WO 00/51390 A1 explica un método para asignar un canal de radio en base a la medición de canales de radio existentes.

El documento WO 01/91322 A1 explica un método de controlar la transmisión de pilotos desde puntos de acceso sobre la base de la transmisión futura del punto de acceso.

Compendio

- 50 Los estándares digitales actual y en desarrollo permiten tasas de datos cada vez mayores, pero conseguir estas tasas más altas en la práctica real requiere un método de adaptación del enlace de transmisión que aproveche de manera efectiva las condiciones de baja interferencia, tal como cuando uno o más transmisores próximos están inactivos durante un intervalo de transmisión dado. Con la presente invención, la adaptación "predictiva" de enlace proporciona una base para capitalizar las condiciones futuras de baja interferencia esperadas como parte del

- 5 proceso de adaptación de enlace de transmisión en curso. Como ejemplo establecido en el contexto no limitativo de los servicios de Acceso en Paquetes de Enlace Descendente de Alta Velocidad (HSDPA – High Speed Downlink Packet Access, en inglés) en la red de comunicación inalámbrica de Acceso Múltiple por División de Código de Banda ancha (WCDMA – Wideband Code Division Multiple Access, en inglés), las estaciones de telefonía móvil son notificadas acerca de cómo planean las unidades de emisión de datos 10 próximas utilizar los recursos de transmisión en uno o más intervalos de transmisión futuros, permitiendo con ello que las estaciones de telefonía móvil conozcan con mayor precisión la tasa de datos que pueden solicitar para servicio durante el intervalo o los intervalos de transmisión futuros. La invención se expone en el conjunto de reivindicaciones adjuntas.
- 10 En una realización, se proporciona un método para utilizar en un nodo de recepción de datos para operar en una red de comunicación inalámbrica que tiene múltiples nodos de envío de datos. El método comprende recibir información de asignaciones de recursos de canalización futuros correspondiente a asignaciones de recursos de canalización que van a ser utilizados por uno o más nodos de envío de datos en un intervalo de transmisión futuro. El método comprende, además, estimar una contribución de interferencia de los uno o más nodos de envío de datos y notificar una calidad de señal esperada para el intervalo de transmisión futuro sobre la base de la contribución de interferencia estimada de los uno o más nodos de envío de datos.
- 15 En un ejemplo adicional de la realización, el método incluye recibir información de asignación de recursos de canalización futuros correspondientes a las asignaciones de recursos de canalización para ser utilizadas por el nodo de envío de datos en los intervalos de transmisión futuros, que comprende recibir información que identifica códigos de canalización o frecuencias portadoras para ser utilizadas por los uno o más nodos de envío de datos en el intervalo de transmisión futuro.
- 20 En otro ejemplo de la realización, el método incluye recibir información de asignación de recursos de canalización futuros, que comprende recibir información que identifica asignaciones de frecuencia para canales para ser utilizados por los uno o más nodos de envío de datos en el intervalo de transmisión futuro.
- 25 En otro ejemplo de la realización, el método incluye recibir información de asignación de recursos de canalización futuros correspondiente a asignaciones de recursos de canalización que van a ser utilizados por los uno o más nodos de envío de datos en los intervalos de transmisión futuros comprende recibir información que identifica al menos uno de la velocidad de transmisión de datos información y una información de asignación de potencia de transmisión para ser utilizada con uno o más códigos de canalización o frecuencias de canalización en el intervalo de transmisión futuro.
- 30 En otro ejemplo de la realización, la estimación de calidad de la señal notificada comprende una relación de señal / interferencia más ruido, SINR.
- En otro ejemplo de la realización, el intervalo de transmisión futuro es uno de un intervalo de tiempo de transmisión (TTI – Transmit Time Interval, en inglés) futuro y una trama futura.
- 35 En otra realización, un nodo de recepción de datos está configurado para la operación de una red de comunicación inalámbrica que tiene un número de nodos de envío de datos. El nodo de recepción de datos está configurado para recibir información de las asignaciones de recursos de canalización futuros correspondientes a las asignaciones de recursos de canalización que van a ser utilizados por uno o más nodos de envío de datos en un intervalo de tiempo de transmisión futuro. El nodo de recepción está configurado, además, para estimar una contribución de interferencia de los uno o más nodos de envío de datos y notificar una calidad de señal esperada para el intervalo de transmisión futuro sobre la base de una contribución de la interferencia estimada de los uno o más nodos de envío de datos.
- 40
- Breve descripción de los dibujos**
- 45 La figura 1 es un diagrama de bloques de una realización de una red de comunicación inalámbrica que tiene múltiples unidades de emisión de datos para proporcionar servicios de comunicación a una o más unidades de recepción de datos.
- La figura 2 es un diagrama de flujo lógico para una realización de un método de unidad de emisión de datos para adaptación predictiva de enlace de transmisión tal como se enseña en esta memoria.
- La figura 3 es un diagrama de flujo lógico para una realización de un método de unidad de recepción de datos para soportar la adaptación predictiva de enlace tal como se enseña en esta memoria.
- 50 La figura 4 es un diagrama de tiempos para una realización de la señalización entre una unidad de emisión de datos y una unidad de recepción de datos para adaptación predictiva de enlace.
- La figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad de emisión de datos y una unidad de recepción de datos que incluyen circuitos de procesamiento configurados para soportar la adaptación predictiva de enlace.

La figura 6 es un diagrama de bloques de una realización de soportar detalles de circuito para la unidad de recepción de datos ilustrada en la figura 5.

La figura 7 es un diagrama de bloques de una realización de soportar detalles de circuito de para la unidad de emisión de datos de la figura 5.

5 Descripción detallada

Como contexto no limitativo para explicar la “adaptación predictiva de enlace de transmisión” tal como se enseña en esta memoria, la figura 1 ilustra una red de comunicación inalámbrica 8, que incluye varias unidades de emisión de datos 10, estando cada una configurada para soportar comunicación con una o más unidades de recepción de datos 12 (remotas). De acuerdo con los métodos y aparatos enseñados en esta memoria, una o más unidades de emisión de datos 10 señalizan asignaciones futuras de recursos de transmisión para un intervalo de transmisión futuro, permitiendo con ello que unas unidades de recepción de datos 12 configuradas apropiadamente determinen la retroalimentación de adaptación de enlace para ese intervalo de transmisión futuro sobre la base del conocimiento de las asignaciones futuras de recursos de transmisión.

En otras palabras, a una unidad de recepción de datos 12 dada se le proporciona información avanzada relativa a las asignaciones de recursos de transmisión que se van a utilizar en una o más de las unidades de emisión de datos 10. En particular, resulta útil que una unidad de recepción de datos 12 dada reciba información de asignación futura de transmisión de las unidades de emisión de datos 10 próximas, porque es probable que las actividades de transmisión en esas unidades de emisión de datos 10 contribuyan significativamente a variaciones en la interferencia de recepción en la unidad de recepción de datos 12 dada.

Por ejemplo, continuando con el contexto no limitativo ilustrado en la figura 1, una unidad de emisión de datos 10-1 proporciona servicio en una celda C1, que tiene un número de sectores de servicio S1-S3. Asimismo, una unidad de emisión de datos 10-2 proporciona servicio en los sectores S1-S3 de la celda C2, mientras que una unidad de emisión de datos 10-3 proporciona servicio en los sectores S1-S3 de la celda C3. En la práctica, no obstante, la cobertura de las celdas / sector se superpone, de tal manera que una unidad de emisión de datos 10-1 que opera en el sector S2 de la celda C1 puede estar soportada por la unidad de emisión de datos 10-1, pero “oye” las transmisiones con interferencia de una o más de las unidades de emisión de datos 10-2 y 10-3 próximas. Más concretamente, las transmisiones en las otras celdas / sectores representan una fuente de interferencia potencialmente importante para la recepción de señales transmitidas desde la unidad de emisión de datos 10-1 a la unidad de recepción de datos 12-1. En general, cada unidad de emisión de datos 10 provoca interferencia en otra celda / otro sector con respecto a las unidades de recepción de datos 12 próximas.

No obstante, en cualquier intervalo de transmisión dado, si y hasta qué punto una unidad de emisión de datos 10 próxima provoca interferencia en una unidad de recepción de datos 12 depende de la actividad de transmisión particular de esa unidad de emisión de datos 10 durante el intervalo de transmisión dado. Por ejemplo, ciertos recursos de canalización, tales como códigos de canalización, intervalos de tiempo de canalización y/o frecuencias de canalización pueden ser reutilizados en las unidades de emisión de datos 10. De este modo, el alcance hasta el cual las unidades de emisión de datos 10 próximas transmiten simultáneamente diferente información utilizando los mismos recursos de canalización representa un factor significativo que se basa en la cantidad y naturaleza de la interferencia de recepción experimentada por una unidad de recepción de datos 12 dada que está en el radio de acción de las unidades de emisión de datos 10 que provocan (potencialmente) la interferencia.

Por lo que respecta al punto de que una cualquiera dada de las unidades de emisión de datos 10 representa una fuente de interferencia potencialmente importante de las unidades de recepción de datos 12 soportadas por las unidades de emisión de datos 10 en otras celdas / sectores, una realización enseñada en esta memoria se refiere a la potencia de transmisión utilizada para señalar las asignaciones futuras de recursos de transmisión. Más concretamente, al menos una realización enseñada en esta memoria incluye señalar asignaciones futuras de recursos de transmisión utilizando una potencia de señal mayor que la asignada a otras señales de control transmitidas por la unidad de emisión de datos. Hacer esto mejora la recepción de la señal para las unidades de recepción de datos 10 fuera de la recepción de señalización convencional, pero aún sujetas a la interferencia provocada por la unidad de emisión de datos 10. En otras palabras, una unidad de emisión de datos 10 dada puede estar configurada para transmitir indicaciones de asignaciones futuras de recursos utilizando una potencia de señal relativamente alta (en comparación con otra señalización del canal de control / cabecera), de tal manera que las unidades de recepción de datos 12 en las celdas / sectores próximos reciben dicha información con mayor fiabilidad.

Con estas y otras posibilidades de operación en mente, la figura 2 esboza una realización genérica de un método de adaptación de enlace en una red de comunicación inalámbrica que puede ser llevada a cabo mediante unas unidades de emisión de datos 10 configuradas apropiadamente. Con respecto a una unidad de emisión de datos 10 dada, el método “empieza” con la señalización por parte de la unidad de emisión de datos de asignaciones futuras de recursos de transmisión para un intervalo de transmisión futuro (Etapa 100). En una realización de WCDMA, por ejemplo, la unidad de emisión de datos 10 puede estar configurada para planificar transmisiones para usuarios soportados (unidad de recepción de datos 12) sobre una serie de Intervalos de Tiempo de Transmisión (TTI – Transmit Time Intervals, en inglés). De este modo, señalar asignaciones futuras de recursos de transmisión

comprende, en al menos una realización, que la unidad de emisión de datos 10 señalice una indicación de asignaciones de recursos de transmisión que se van a utilizar por la unidad de emisión de datos 10 en un TTI futuro.

El método continúa con la recepción por parte de la unidad de emisión de datos de retroalimentación de adaptación de enlace para el intervalo de transmisión futuro desde una asociada de las unidades de recepción de datos 12 (Etapa 102), por ejemplo, la unidad de emisión de datos 10 recibe la retroalimentación de adaptación de enlace para el intervalo de transmisión futuro desde una unidad de recepción de datos 12 que está soportada por la unidad de emisión de datos 10. La unidad de recepción de datos 12 determina la retroalimentación de adaptación de enlace para el intervalo de transmisión futuro en función de la información de asignación futura de recursos de transmisión recibida de una o más unidades de emisión de datos para el intervalo de transmisión futuro en cuestión. En general, la capacidad de una unidad de recepción de datos 12 para calcular la retroalimentación de adaptación de enlace para el intervalo de transmisión futuro mejora con el número de unidades de emisión de datos 10 próximas para las que se recibe información relativa a las asignaciones futuras de recursos de transmisión que se van a utilizar en el intervalo de transmisión futuro.

La propia retroalimentación de adaptación de enlace puede comprender esencialmente cualquier tipo de retroalimentación que permita a la unidad de emisión de datos 10 adaptar sus transmisiones a la unidad de recepción de datos 12 en respuesta a cambios en las condiciones de recepción. En un ejemplo no limitativo, la retroalimentación de adaptación de enlace comprende solicitudes de tasa de datos, determinadas por la unidad de recepción de datos 12 en función de la calidad de señal recibida, u otros. En otro ejemplo no limitativo, la retroalimentación de adaptación de enlace comprende mediciones de calidad de la señal y/o indicadores de la calidad del canal que, asimismo, la unidad de emisión de datos 10 puede utilizar para determinar los parámetros apropiados del enlace de transmisión para utilizar cuando se transmiten datos a la unidad de recepción de datos 12 en el intervalo de transmisión futuro. En otro ejemplo no limitativo, la retroalimentación de adaptación de enlace comprende información de preferencia de recursos, tal como asignaciones de códigos o frecuencia preferidos.

Independientemente del tipo o formato concreto adoptado para la retroalimentación de adaptación de enlace, la unidad de emisión de datos 10 adapta el enlace de transmisión en el intervalo de transmisión futuro para la unidad de recepción de datos 12 asociada de acuerdo con la retroalimentación de adaptación de enlace recibida (previamente) desde la unidad de recepción de datos 12 para ese intervalo de transmisión futuro (Etapa 104). Como ejemplo no limitativo, la adaptación de enlace comprende formatear los datos para transmisión a la unidad de recepción de datos directa o indirectamente de acuerdo con la retroalimentación de adaptación de enlace. El formateo de los datos puede comprender la selección de una tasa de datos y/o un formato de modulación. De manera más general, entonces, la unidad de emisión de datos 10 selecciona un esquema de modulación y codificación ("MCS" – Modulation and Coding Scheme, en inglés) para transmitir a una unidad de recepción de datos 12 en un intervalo de transmisión futuro de interés, sobre la base de la retroalimentación de adaptación de enlace recibida desde esa unidad de recepción de datos 12 para ese intervalo de transmisión futuro de interés.

En otros refinos del método general ilustrado en la figura 2, las unidades de emisión de datos 10 pueden estar configuradas para sincronizar sus intervalos de transmisión. Es decir, el método puede incluir además sincronizar los intervalos de transmisión a través de una o más unidades de emisión de datos 10, de tal manera que el intervalo de transmisión futuro ocurre substancialmente de manera síncrona a través de las unidades de emisión de datos 10. Como ejemplo no limitativo, un grupo dado de unidades de emisión de datos 10, por ejemplo, un conjunto de unidades de emisión de datos 10 próximas, pueden operar con intervalos de transmisión sincronizados sobre la base de compartir unos tiempos de referencia comunes, tal como un Sistema de Localización Global (GPS – Global Positioning System, en inglés) basado en los tiempos de referencia. Por supuesto, los expertos en la materia reconocerán otros mecanismos para la sincronización de operaciones de la unidad de emisión de datos.

Además, si dos o más de las unidades de emisión de datos 10 en un área dada no están sincronizadas, entonces un intervalo de transmisión de interés en una unidad de emisión de datos 10 dada puede superponerse parcialmente con dos intervalos de transmisión de interés en otra unidad de emisión de datos 10. Por ejemplo, en una realización de WCDMA, el TTI de una unidad de emisión de datos 10 dada se puede superponer en el tiempo con dos TTI de otra unidad de emisión de datos 10. De este modo, para una unidad de recepción de datos 12 dada, puede resultar de ayuda conocer si la otra unidad de emisión de datos 10 estará activa en alguno o los dos TTI en cuestión. De este modo, la señalización de asignaciones futuras de recursos de transmisión para un intervalo de transmisión futuro puede, en cualquier una o más de las unidades de emisión de datos 10, comprender la emisión de señalización relativa a más de un intervalo de transmisión futuro. El número de intervalos de transmisión futuros para los que se envía información de asignaciones futuras de recursos de transmisión se puede establecer de acuerdo con el alcance máximo que los intervalos de transmisión pueden estar desalineados en las unidades de emisión de datos 10.

Con ello, una unidad de recepción de datos 12 dada puede estimar un desfase temporal y estimar la interferencia efectiva para un intervalo de transmisión de interés futuro como una suma ponderada de los dos niveles de interferencia del intervalo de transmisión (que provocan interferencia), utilizando factores de ponderación iguales a la fracción de tiempo que los intervalos de interferencia se superpondrán con el intervalo de transmisión futuro de interés. Si la información de señalización no está disponible para uno o más intervalos que provocan interferencia, la unidad de recepción de datos 12 puede tener en cuenta tal interferencia utilizando valores o ponderaciones

nominales o de caso peor.

Con la posibilidad de tales refinamientos adicionales en mente, se debe entender que una o más de las unidades de emisión de datos 10 señalizan sus asignaciones futuras de recursos de transmisión para intervalos de transmisión futuros correspondientes. Tal asignación puede ser realizada de manera continua, utilizando uno o más canales de control, señalización o emisión, transmitidos generalmente por la unidad de emisión de datos 10. De manera alternativa, una o más unidades de emisión de datos 10 pueden compartir información relativa a sus asignaciones futuras de recursos de transmisión de tal manera que una unidad de emisión de datos 10 dada pueda transmitir información relativa a las asignaciones futuras de recursos de transmisión para ser realizadas en más de una unidad de emisión de datos 10.

5 Independientemente de si las unidades de emisión de datos 10 llevan a cabo transmisiones individuales o compartidas, una realización de asignaciones futuras de recursos de transmisión para un intervalo de transmisión futuro desde una o más unidades de emisión de datos comprende transmitir una indicación de si una unidad de emisión de datos 10 dada estará transmitiendo en el intervalo de transmisión futuro. Es decir, la indicación de asignaciones futuras de recursos de transmisión enviadas por cada una de las una o más unidades de emisión de datos 10 puede ser tan simple como "marca de actividad" u otro indicador, indicando si la unidad de emisión de datos 10 dada estará o no activa en un intervalo de transmisión futuro correspondiente.

Más concretamente, una o más de las unidades de emisión de datos 10 puede estar configurada para transmitir dicha indicación de manera continua, donde cada indicación identifica si la unidad de emisión de datos 10 estará o no transmitiendo en el intervalo de transmisión futuro correspondiente, al menos con respecto a uno o más tipos de transmisión. Por ejemplo, HSDPA y otros tipos de servicios de datos en paquetes de alta velocidad tienen el potencial de provocar una interferencia importante, de tal manera que una o más unidades de emisión de datos 10 pueden utilizar su señalización de asignación de recursos de transmisión simplemente para indicar si dichos servicios estarán o no activos en un intervalo de transmisión futuro correspondiente. La ventaja de dicha señalización es, obviamente, la pequeña cantidad (1 bit) de información necesaria para transportar la condición de transmisión activa / inactiva para el intervalo de transmisión futuro.

Por supuesto, si la información de asignación de recursos de transmisión señalizada por las unidades de emisión de datos 10 está más detallada, las unidades de recepción de datos 12 pueden estar configuradas para hacer un uso mejorado, más detallado, de la misma. Por ejemplo, si la unidad de emisión de datos 10 señala sus asignaciones futuras de recursos de transmisión en términos simples, es decir, se asignarán o no recursos para uno o más tipos de transmisiones en el intervalo de transmisión futuro (realización conectada / desconectada o activa / inactiva), entonces una unidad de recepción de datos 12 dada puede basar su determinación de la retroalimentación de adaptación de enlace para el intervalo de transmisión futuro considerando o no considerando una contribución a la interferencia de las respectivas unidades de emisión de datos 10, de acuerdo con las indicaciones correspondientes. No obstante, en al menos una realización distinta, señalar las asignaciones futuras de recursos de transmisión para un intervalo de transmisión futuro desde una o más unidades de emisión de datos 10 comprende transmitir información de la asignación de recursos de canalización correspondiente a las asignaciones de recursos de canalización para ser utilizadas por las una o más unidades de emisión de datos 10 en el intervalo de transmisión futuro. Transmitir la información de recursos de canalización como las indicaciones señalizadas de las asignaciones futuras de recursos de transmisión comprende, en una o más realizaciones, enviar una o más de información de asignación de código de canalización, información de asignación de frecuencia de canalización e información de asignación de intervalo de tiempo de canalización.

Por ejemplo, una unidad de emisión de datos 10 dada puede transmitir información relativa a los códigos de canalización que se van a utilizar para uno o más tipos de transmisiones durante el intervalo de transmisión futuro, por ejemplo, información de asignaciones de código y tasas de datos de transmisión y/o de asignación de potencia. De manera similar, en una realización de OFDM, por ejemplo, se puede enviar información de las asignaciones de frecuencia (de subportadora), de la tasa de datos y/o de la asignación de potencia.

Independientemente de si indicaciones simples o indicaciones complejas son enviadas con respecto a las asignaciones futuras de recursos de transmisión, cualquier una o más unidades de emisión de datos 10 pueden estar configuradas para determinar sus asignaciones futuras de recursos de transmisión sobre la base de un objetivo de planificación (usuario) desviado hacia la mejora del servicio a las unidades de recepción de datos 12 en condiciones de recepción desfavorables. En una realización, una unidad de emisión de datos 10 está configurada para mejorar las tasas de datos para las unidades de recepción de datos 12 en ubicaciones desfavorables. En concreto, una unidad de emisión de datos 10 puede estar configurada para implementar una estrategia en la que elige transmitir utilizando menor potencia u otras asignaciones de recursos para usuarios que se sabe que se encuentran en ubicaciones desfavorables.

La unidad de emisión de datos 10 puede de este modo utilizar estos "recursos reivindicados" para mejorar el servicio a los usuarios desfavorables. Adicionalmente, reduciendo la potencia y/u otros recursos de transmisión asignados a los usuarios favorables, la tendencia para que el servicio a dichos usuarios provoque interferencia a los usuarios en las áreas próximas, disminuye. Es decir, como ejemplo, si una dada de las unidades de emisión de datos 10 adopta un algoritmo de planificación que sirve a usuarios favorables con una tasa de datos menor de la que sus condiciones

pueden soportar, entonces las transmisiones a dichos usuarios generalmente provocan menos interferencia con respecto a usuarios en las áreas próximas. De este modo, adaptar tal estrategia de asignación para los recursos de transmisión tiende a aumentar la calidad de la señal, por ejemplo, la SINR, de los usuarios desfavorables en otras celdas / sectores, permitiendo con ello que dichos usuarios reciban un mejor servicio por parte de sus respectivas unidades de emisión de datos 10.

Independientemente de si las provisiones para los usuarios desfavorables citados anteriormente están incorporadas en los algoritmos de planificación de las respectivas unidades de emisión de datos 10, cada unidad de emisión de datos 10 puede estar configurada para determinar sus asignaciones futuras de recursos de transmisión sobre la base del conocimiento de las condiciones de radio para las asociadas de las unidades de recepción de datos 12. Es decir, una unidad de emisión de datos 10 puede, de manera continua, determinar las asignaciones futuras de recursos de transmisión para intervalos de transmisión futuros correspondientes sobre la base de su conocimiento de las condiciones de radio informadas por las unidades de recepción de datos 12 que son candidatas a ser servidas en el intervalo de transmisión o los intervalos de transmisión futuro o futuros. Dicho conocimiento de la condición de radio se puede deducir directa o indirectamente de la retroalimentación de adaptación de enlace proporciona a la unidad de emisión de datos 10 por las unidades de recepción de datos 12 que están soportadas por ella.

Complementando la transmisión de la información relativa a las asignaciones futuras de recursos de transmisión por una o más de las unidades de emisión de datos 10, la figura 3 ilustra una realización de un método complementario de soportar la adaptación de enlace en una unidad de recepción de datos 12 que está configurada para operación en una red de comunicación inalámbrica que tiene múltiples unidades de emisión de datos 10. El método ilustrado comprende recibir indicaciones de asignaciones futuras de recursos de transmisión para ser utilizadas por una o más de las unidades de emisión de datos 10 en un intervalo de transmisión futuro (Etapa 110). Tal como se ha observado, de manera ideal, la unidad de recepción de datos 12 recibe indicaciones de asignaciones futuras de recursos de transmisión para cada unidad de emisión de datos 10 en el área próxima. No obstante, los métodos y aparatos enseñados en esta memoria proporcionan ventajas de operación si dicha información se recibe desde cualquier una o más de las unidades de emisión de datos 10 susceptibles de interferir con la recepción de la señal en la unidad de recepción de datos 12. Se debe observar que las unidades de emisión de datos 10 pueden difundir cada una o enviar de otro modo la información de sus asignaciones futuras de recursos de transmisión de manera individual. De manera alternativa, pueden compartir dicha información entre ellas, de tal modo que una unidad de emisión de datos 10 dada señala la información de asignación futura de recursos de transmisión para una o más unidades de emisión de datos 10, además de, o alternativamente a, señalar tal información para sí misma. Esto se puede preferir desde el punto de vista de la interferencia.

En cualquier caso, la unidad de recepción de datos 12 recibe información relativa a las asignaciones futuras de recursos de transmisión que se van a utilizar en una o más de las unidades de emisión de datos 10 que están cerca de ella, y utiliza esa información para determinar la retroalimentación de adaptación de enlace para el intervalo de transmisión futuro (Etapa 112). Tal como se ha observado, la determinación de la retroalimentación de adaptación de enlace puede comprender determinar una solicitud de tasa de datos, determinar una medida de la calidad de la señal, determinar una medida de la calidad del canal o determinar esencialmente cualquier tipo de valor que indique a las unidades de emisión de datos 10 de soporte cómo se debe adaptar el enlace de transmisión en el intervalo de transmisión futuro. El procesamiento ilustrado finaliza con la transmisión por parte de la unidad de recepción de datos 12 de la retroalimentación de adaptación de enlace, para su recepción en una o más de las unidades de emisión de datos 10 (Etapa 114). Dicha transmisión se realiza antes del intervalo de transmisión futuro, de manera que una de soporte de las unidades de emisión de datos 10 pueda utilizar a continuación la retroalimentación en el intervalo de transmisión futuro para realizar las adaptaciones de enlace apropiadas para la unidad de recepción de datos 12.

En una o más realizaciones detalladas del método genérico anterior, recibir indicaciones de asignaciones futuras de recursos de transmisión que se van a utilizar por una o más unidades de emisión de datos 10 en un intervalo de transmisión futuro comprende recibir una indicación de asignaciones futuras de recursos de transmisión para el intervalo de transmisión futuro desde cada una de un número de unidades de emisión de datos 10. De manera correspondiente, determinar la retroalimentación de adaptación de enlace para el intervalo de transmisión futuro sobre la base de las indicaciones de la asignación futura de recursos de transmisión comprende predecir las condiciones de interferencia para el intervalo de transmisión futuro sobre la base de las indicaciones de las asignaciones futuras de recursos de transmisión.

En al menos una de tales realizaciones, las indicaciones de asignaciones futuras de recursos de transmisión comprenden, para cada una o más unidades de emisión de datos 10, una indicación de si la unidad de emisión de datos 10 estará activa con respecto a uno o más tipos de transmisión en el intervalo de transmisión futuro. Con dichas indicaciones, la unidad de recepción de datos 12 predice condiciones de interferencia para el intervalo de transmisión futuro sobre la base de las indicaciones de asignaciones futuras de recursos de transmisión considerando o no considerando una contribución a la interferencia de unidades de emisión de datos 10 individuales de acuerdo con la correspondiente indicación de si la unidad de emisión de datos 10 estará activa.

Para soportar la estimación de interferencia, en al menos una realización de ejemplo, las indicaciones de asignaciones futuras de recursos de transmisión comprenden, para cada una de una o más unidades de emisión de

datos 10, información de asignación de recursos de canalización para el intervalo de transmisión futuro. Con dicha información, la unidad de recepción de datos 12 se puede configurar para predecir condiciones de interferencia para el intervalo de transmisión futuro estimando las contribuciones a la interferencia de unidades de emisión de datos 10 individuales de acuerdo con la correspondiente información de asignación de recursos de canalización. En otras palabras, una información más detallada acerca de las asignaciones de recursos de transmisión que se van a utilizar en una o más de las unidades de emisión de datos 10 (próximas) en el intervalo de transmisión futuro proporciona una base para una estimación más precisa o sofisticada de la interferencia.

De este modo, determinar la retroalimentación de adaptación de enlace para el intervalo de transmisión futuro sobre la base de las indicaciones de la asignación futura de recursos de transmisión puede, en cualquier una o más de las unidades de recepción de datos 12, comprender estimar las contribuciones a la interferencia de cada unidad de emisión de datos 10 en un número de unidades de emisión de datos 10. Dichas estimaciones para el intervalo de transmisión futuro se basan en la correspondiente información de asignación de recursos de canalización recibida desde las respectivas unidades de emisión de datos 10 para ese intervalo de transmisión futuro.

En al menos una de dichas realizaciones, la información de asignación de recursos de canalización comprende al menos una de asignaciones de código de canalización y asignaciones de frecuencia de canalización. Con ello, estimar las contribuciones a la interferencia de cada unidad de emisión de datos 10 en el número de unidades de emisión de datos 10 para el intervalo de transmisión futuro comprende determinar las correlaciones cruzadas de la degradación sobre la base del conocimiento (en la unidad de recepción de datos 12) de las correspondientes asignaciones de código de canalización o de frecuencia de canalización. A su vez, la unidad de recepción de datos 12 utiliza sus estimaciones de correlación cruzada de la degradación para calcular la retroalimentación de adaptación de enlace, que se puede representar como medidas de la calidad de la señal, indicaciones de la calidad del canal, solicitudes de tasa de datos, u otros.

Con las figuras 2 y 3 en mente, se puede suponer por ejemplo que las unidades de emisión de datos 10 comprenden estaciones de base de radio, y que las unidades de recepción de datos 12 comprenden dispositivos de comunicación inalámbrica, tales como teléfonos de radio celulares u otros. Dentro de ese contexto, un aspecto general de las enseñanzas de esta memoria es hacer que las unidades de emisión de datos 10 difundan información relativa a qué recursos de transmisión utilizarán en un intervalo de transmisión futuro. Por ejemplo, las transmisiones de enlace descendente entre las unidades de emisión de datos 10 y las unidades de recepción de datos 12 se pueden dividir de manera lógica en sucesivos TTI en una realización de WCDMA de la red de comunicación inalámbrica 8. De este modo, antes de cualquier TTI dado, una o más unidades de emisión de datos 10 señalan asignaciones futuras de recursos de transmisión para el siguiente TTI. A su vez, una unidad de recepción de datos 12 dada utiliza entonces la información de asignación de recursos de transmisión recibida, junto con una manera de tener en cuenta la interferencia de cada unidad de emisión de datos 10, para determinar una estimación más precisa de una relación de señal a interferencia más ruido (SINR – Signal to Interference plus Noise Ratio, en inglés) esperada para el siguiente TTI.

De este modo, la estimación de la SINR para un intervalo de transmisión futuro sobre la base del conocimiento recibido de las asignaciones de recursos de transmisión que se van a utilizar por las unidades de emisión de datos 10 próximas en ese intervalo de transmisión siguiente representa un notable aspecto de las enseñanzas de esta memoria, al menos para la realización descrita actualmente. Más concretamente, una unidad de recepción de datos 12 puede utilizar la información de asignación futura de recursos de transmisión para determinar mejor la tasa de datos máxima que la misma puede soportar en el intervalo de transmisión futuro, y, de manera correspondiente, envía la adaptación de retroalimentación de enlace a su unidad de emisión de datos 10 de soporte, directa o indirectamente, solicitando esa tasa para el intervalo de transmisión futuro. En respuesta, la unidad de emisión de datos 10 de soporte, si es posible, utiliza esa tasa en el intervalo de transmisión futuro para enviar datos al dispositivo de comunicación inalámbrico.

Tal como se ha observado anteriormente, en al menos una realización, la señalización puede ser tan simple como un bit de control que indica si un paquete será enviado por la unidad de emisión de datos 10 dada en el intervalo de transmisión futuro. Esta clase de señalización activa / inactiva es adecuada, por ejemplo, para los sistemas de comunicación en los que la unidad de emisión de datos 10 siempre utiliza la misma potencia cuando envía datos, y utiliza un nivel de potencia diferente cuando solo se envía información de control (y posiblemente datos de circuitos conmutados tales como voz). En dicho sistema, las unidades de recepción de datos 12 pueden aprender qué nivel de potencia utiliza la unidad de emisión de datos 10 cuando envía datos en paquetes y qué nivel de potencia se utiliza en otro caso. Por ejemplo, las unidades de emisión de datos 10 podrían transmitir dicha información para su recepción por parte de las unidades de recepción de datos 12 próximas. (Una suposición del lado de la seguridad es que una unidad de recepción de datos 12 dada pueda recibir dicha información, al menos procedente de una unidad de emisión de datos 10 que provoca interferencia, dominante, próxima).

En otra realización, una unidad de emisión de datos 10 puede enviar más bits de información relativos a cuánta potencia se utilizará. Por ejemplo, se pueden enviar bits indicando bien cuánta potencia se utilizará con respecto a la que se está utilizando actualmente o qué fracción de dicho nivel de potencia nominal (máximo) se utilizará. Enviar niveles de potencia resulta útil para sistemas en los que las unidades de emisión de datos 10 pueden transmitir datos con diferentes niveles de potencia, estando la potencia distribuida en todo el ancho de banda. Por ejemplo, en

los sistemas de HSDPA, cierta fracción de los dieciséis códigos de canalización disponibles para servicios de HSDPA se puede utilizar con menor potencia. De manera similar, en un sistema de OFDM, solo se pueden utilizar algunos de los tonos disponibles (subportadoras), distribuyéndose los tonos utilizados en todo el ancho de banda de una manera aleatorizada, de tal manera que la interferencia de otras unidades de emisión de datos 10 se aleatoriza.

5 Como propuesta general en esta memoria para la transmisión y la recepción convencional de WCDMA, puede ser suficiente que las unidades de recepción de datos 12 conozcan el nivel de potencia que utilizarán una o más de las unidades de emisión de datos 10, bien para los datos en paquetes o para la transmisión total (datos + voz). No obstante, para una unidad de recepción de datos 12 con un diseño de receptor avanzado, puede asimismo ayudar el conocer qué códigos de canalización (códigos de difusión) se utilizarán, y posiblemente la potencia asignada a los
10 mismos. Por ejemplo, los receptores avanzados que utilizan el conocimiento del código de difusión de las señales que provocan interferencia pueden determinar una medida más precisa de la calidad de la señal, tal como la SINR, utilizando el conocimiento de qué códigos se utilizarán y qué nivel de potencia. De manera similar, en un sistema de OFDM en el que los tonos de datos pueden ocupar partes contiguas del ancho de banda del canal, conocidos como "cortes" (chunks, en inglés) algunos tipos de receptor pueden evaluar la SINR de manera más precisa si se señala
15 la información relativa al nivel de potencia de las estaciones de base que provocan interferencias en cada uno de los cortes utilizados para enviar datos al receptor.

De acuerdo con esto, en al menos alguna realización enseñada en esta memoria una o más unidades de emisión de datos 10 emite la potencia que se va a transmitir en un intervalo de transmisión futuro, junto con la información correspondiente acerca de los recursos específicos de tiempo / frecuencia / código / tono en los que se concentrará
20 la potencia. Dicha información permite a una unidad de recepción de datos 12 calcular los valores de SINR para su asignación de canal de manera mucho más precisa, mientras proporciona entidades de planificador en las unidades de emisión de datos 10 con más flexibilidad en la utilización de recursos. Con la flexibilidad del planificador, por ejemplo, una unidad de emisión de datos 10 basada en OFDM puede elegir concentrar la potencia para un usuario dado en tonos en los que las condiciones del canal son buenas.

25 Por lo que respecta a la utilización de la asignación futura de recursos de transmisión en una unidad de recepción de datos 12 para predecir la relación SINR para el intervalo de transmisión futuro, eso se puede realizar midiendo niveles de interferencia separados para cada unidad de emisión de datos 10 que provoca interferencia, y utilizando a continuación estas medidas con la información de señalización para predecir la SINR. De este modo, una unidad de recepción de datos 12 necesita un modo de distinguir las fuentes de interferencia. Para realizaciones que
30 proporcionan servicios de HSDPA, distinguir las fuentes de interferencia se puede realizar en una unidad de recepción de datos 12 utilizando una forma de procesamiento de señal recibida Rake Generalizado (G-Rake). Con el procesamiento de recepción G-Rake, la covarianza de la degradación (a través de varios dedos de concentración de señal) se modeliza mediante varios términos correspondientes a unas diferentes de las unidades de emisión de datos 10 que provocan interferencia.

35 Además, la unidad de recepción de datos 12 puede estimar la SIR (SINR) utilizando una estimación paramétrica de la covarianza de la degradación, en la que la unidad de recepción de datos 12 omite o escala ciertos términos de la degradación / interferencia sobre la base de la información de la asignación futura de recursos de transmisión señalizada. Por ejemplo, la contribución a la degradación de una unidad de emisión de datos 10 que señala que
40 estará inactiva en el intervalo de transmisión futuro se puede dejar de considerar. De manera similar, las contribuciones a la degradación para diferentes estaciones de base se pueden ponderar de acuerdo con las potencias de transmisión señalizadas.

De manera específica, considérese una unidad de recepción de datos 12 que emplea recepción de G-Rake paramétrica tal como se describe en la solicitud de patente de U.S.A. titulada, "Method and apparatus for parameter
45 estimation in a generalized RAKE receiver", presentada el 12 de marzo de 2004, y a la que se le asignó el N° de serie de Solicitud 10/800167. La unidad de recepción de datos 12 normalmente estima la SIR utilizando

$$SIR = \mathbf{h}^H \mathbf{R}^{-1} \mathbf{h} \quad \text{Eq. (1)}$$

en la que el operador "H" denota la transposición hermitiana, el término **h** representa las estimaciones del canal (por ejemplo, estimaciones "netas" del canal, que incluyen efectos de filtro de transmisión / recepción), y el término **R**⁻¹ representa la matriz inversa de la matriz **R** de la covarianza de la degradación de dedos cruzados.

50 En al menos una realización, la realización del receptor de G-Rake de la unidad de recepción de datos 12 está configurada para calcular la matriz **R** de la covarianza de la degradación como

$$\mathbf{R} = \sum_j \alpha_j \mathbf{R}_j + \beta \mathbf{R}_n \quad \text{Eq. (2)}$$

En una unidad de recepción de datos 12 dada, el sumatorio anterior se toma sobre unidades de emisión de datos 10 que provocan interferencia, incluyendo la unidad de emisión de datos 10 de la propia celda. El último término de la
55 derecha en la Ecuación (2) modeliza la interferencia y el ruido restantes. Los factores de escalado (α_j) escalan una

covarianza del modelo normalizado para cada unidad de emisión de datos 10 (índice j) y se refieren a la potencia total de la unidad de emisión de datos tal como se ve en la unidad de recepción de datos 12. La situación en la transferencia blanda entre dos unidades de emisión de datos 10 y/o con dos antenas de recepción, es similar.

5 Considerérese la realización en la que cada unidad de emisión de datos 10 emplea dos niveles de potencia: un nivel máximo cuando tiene un paquete de HSDPA para enviar y un nivel nominal cuando no hay paquetes de HSDPA que enviar. En el contexto de la Ecuación (2), se conoce estimar dos términos α para cada unidad de emisión de datos 10, estando cada uno de tales términos asociado con uno de los dos estados de la potencia de transmisión. De este modo, dependiendo de la señalización de en qué estado se encontrará la unidad de emisión de datos 10, la unidad de recepción de datos 12 podría utilizar la α apropiada para determinar \mathbf{R} . En dichos casos, la señalización de las unidades de emisión de datos 10 puede ser simplemente un bit. La señalización se puede “recordar” también en las unidades de recepción de datos 12, para conocer qué α actualizar más tarde y ahorrar además con ello bits necesarios para señalización.

15 De manera alternativa, considérese una realización de ejemplo en la que las unidades de emisión de datos 10 proporcionan mejor información de señalización acerca de sus asignaciones de recursos de transmisión planeadas para un intervalo de transmisión futuro. Por ejemplo, una unidad de emisión de datos 10 dada podría señalar la fracción de potencia que planea utilizar en el siguiente TTI. En este caso, una unidad de recepción de datos 12 que recibe dicha información puede estimar la matriz \mathbf{R} de correlación de degradación como,

$$\mathbf{R} = \sum_j f_j \alpha_j \mathbf{R}_j + \beta \mathbf{R}_n \quad \text{Eq. (3)}$$

20 donde f_j indica la fracción de potencia que se va a utilizar. En este caso, los términos α_j corresponden a la situación de potencia máxima, y solo existe uno de dichos términos por unidad de emisión de datos 10. Estos se pueden actualizar cada vez que se recibe una nueva información de asignación futura de recursos de transmisión, utilizando el planteamiento de G-Rake paramétrico, y doblar la f_j en las ecuaciones de ajuste utilizadas para modelización paramétrica. Se debe observar que cuando f_j o $f_j \mathbf{R}_j$ es menor en algún sentido, tal como la traza, entonces el efecto de la actualización se puede reducir.

25 Se puede utilizar un proceso similar para realizaciones en las que las unidades de emisión de datos 10 anuncian información del código de difusión, el tono y/o la asignación de potencia para intervalos de transmisión futuros. Es decir, dicha información se puede utilizar para formar una matriz \mathbf{R} paramétrica específica para un código u otras cantidades específicas para un código, tales como las utilizadas en la detección de múltiples usuarios, que se pueden entonces utilizar para estimar la SIR y realizar la adaptación del enlace de transmisión.

30 Por lo que respecta a la emisión de datos desde las unidades de emisión de datos 10 a respectivas de las unidades de recepción de datos 12 de acuerdo con la adaptación del enlace de transmisión, las unidades de emisión de datos 10 individuales ponen en cola paquetes de datos recibidos desde la red de comunicación inalámbrica 8 para su suministro a unas correspondientes de las unidades de recepción de datos 12. En al menos una realización, las unidades de emisión de datos 10 pueden dividir estos paquetes de capa superior en cortes menores que pueden caber en bloques de recursos definidos de acuerdo con el protocolo de interfaz aérea concreto utilizado.

35 De este modo, la radio y, posiblemente, otros recursos de transmisión que se van a utilizar en una unidad de emisión de datos 10 dada en un intervalo de transmisión futuro (tal como el nivel de potencia, los códigos de difusión y los tonos) son estimados por ella sobre la base de la cantidad de datos puestos en cola para su suministro a las unidades de recepción de datos 12, y las solicitudes de tasa de datos recientes de esas unidades de recepción de datos 12. La unidad de emisión de datos 10 entonces, señala la asignación de recursos de transmisión planeados para el intervalo de transmisión futuro, tal como difundiendo o transmitiendo de otra forma un canal de cabecera o común. Como punto de operación general, las unidades de emisión de datos 10 realizan asignaciones de recursos de transmisión reales en cualquier intervalo de transmisión dado de acuerdo con la información de asignación señalizada previamente, es decir, una vez que una unidad de emisión de datos 10 señala información acerca de las asignaciones de recursos de transmisión que tiene previstas para intervalos de transmisión futuros, generalmente se adhiere a sus asignaciones señalizadas a medida que esos intervalos de transmisión futuros pasan a ser pasado. Por supuesto, pueden ser necesarias algunas desviaciones de las asignaciones señalizadas previamente, como reconocerán los expertos en la materia.

40 Los expertos en la materia deben reconocer asimismo que las asignaciones de recursos de transmisión planeadas por una unidad de emisión de datos 10 para un intervalo de transmisión futuro dado no están necesariamente asignadas a ninguna unidad de recepción de datos 12 concreta, en el punto en el que se señaló la asignación planeada. Por el contrario, en al menos una realización, las unidades de emisión de datos 10 están configuradas para señalar asignaciones futuras de recursos de transmisión, recibir retroalimentación de adaptación de enlace correspondiente de sus unidades de recepción de datos 12 asociadas y, a continuación, realizar asignaciones específicas (sub) de los recursos planeados a algunas concretas de las unidades de recepción de datos 12. Dichas asignaciones pueden estar de acuerdo con los objetivos de planificación totales en cada unidad de emisión de datos 10, que pueden considerar criterios de caudal máximo, criterios de equidad proporcional, requisitos de Calidad de Servicio (QoS – Quality of Service, en inglés) mínimos, etc.

No obstante, independientemente de los objetivos de planificación del usuario particular adoptados por una o más de las unidades de emisión de datos 10, las enseñanzas de esta memoria proporcionan ampliamente a las unidades de emisión de datos 10 y a las unidades de recepción de datos 12 respectivas, oportunidades de operar a tasas de datos mayores de lo que se hubiera conseguido en ausencia de asignación predictiva de enlace de transmisión. Es decir, las enseñanzas de esta memoria permiten a una unidad de recepción de datos 12 dada estar informada de condiciones inminentes de baja interferencia, por ejemplo, cuando una o más unidades de emisión de datos 10 próximas indican que estarán inactivas en un intervalo de transmisión futuro. Reconociendo dichas condiciones, la unidad de recepción de datos 12 puede ser más agresiva en su cálculo de la calidad de la señal esperada para ese intervalo de transmisión futuro, y, por lo tanto, solicitará una tasa de datos correspondientemente mayor o informará de una calidad de señal correspondientemente mayor para ser utilizada por su unidad de emisión de datos 10 de soporte en ese intervalo de transmisión futuro.

En cierto sentido, entonces, las enseñanzas de esta memoria representan una forma de reutilización estadística de los recursos de transmisión (STRR – Statistical Transmit Resource Reuse, en inglés), porque las asignaciones de recursos de transmisión en algunas individuales de las unidades de emisión de datos 10 cambian en función de llegadas aleatorias de paquetes. Con STRR, la asignación de recursos de transmisión se realiza con antelación para intervalos de transmisión futuros, sobre la base de los niveles de SINR reales esperados en las unidades de recepción de datos 12. A su vez, las unidades de recepción de datos 12 saben con razonable precisión qué niveles de SINR esperar para los intervalos de transmisión futuros sobre la base de la información de asignación futura de recursos de transmisión señalizada desde las unidades de emisión de datos 10 con antelación a esos intervalos de transmisión futuros. De este modo, la STRR mejora los esquemas de reutilización de recursos de transmisión tradicionales, que habitualmente se basan en el percentil de orden 90 de la distribución de SINR, o en alguna otra suposición generalmente conservadora acerca de cómo cambiarán o no las condiciones de recepción entre el tiempo que el receptor mide e informa sobre la calidad de la señal, y el tiempo en que un transmisor correspondiente utiliza ese informe para adaptar su enlace de transmisión al receptor.

Una aplicación interesante de la STRR es la capacidad de cambiar la mezcla de tasas de datos proporcionada por la red de comunicación inalámbrica 8. De manera similar a los servicios de comunicación de GSM con salto, la red de comunicación inalámbrica 8 puede ser cargada fraccionalmente mediante control de admisión, haciendo más probable que las colas (datos en paquetes) para las transmisiones a las unidades de recepción de datos 12 estén vacías (una forma de reutilización del tiempo). Tener casos más numerosos de colas de datos de transmisión vacías cambia la mezcla de tasas de datos proporcionadas, permitiendo que se den tasas mayores con mayor frecuencia y en más sitios dentro de celdas o sectores dados. De este modo, si un operador de la red de comunicación inalámbrica 8 desea mejorar la cobertura de servicios que requieren tasas mayores, se puede utilizar la STRR con carga fraccional para conseguir ese objetivo.

Con todo lo anterior en mente, al menos una realización del proceso global de STRR tal como se enseña en esta memoria comprende varias etapas. Primero, una o más unidades de emisión de datos 10 están configuradas para señalar información relativa a qué recursos de transmisión asignarán en el futuro. Dicha información puede ser uno o más de lo siguiente: un indicador de si la unidad de emisión de datos 10 transmitirá o no un paquete en un intervalo de transmisión futuro de interés (por ejemplo, una marca de 1 bit); qué nivel de potencia (relativo, absoluto) utilizará la unidad de emisión de datos 10 para transmitir uno o más tipos de canales en un intervalo de transmisión futuro; qué recursos de canalización utilizará la unidad de emisión de datos 10 en un intervalo de transmisión futuro (códigos de difusión, frecuencias de OFDM, intervalos de tiempo); y qué niveles de potencia se utilizarán con diferentes recursos de canalización. En al menos una realización, el nivel de potencia y los recursos de canalización asignados inicialmente y señalizados por una unidad de emisión de datos 10 pueden estar basados en una estimación de la SINR de caso peor, ya disponible para la unidad de emisión de datos 10 a partir de la retroalimentación periódica proporcionada por sus unidades de recepción de datos 12 asociadas.

A continuación, las unidades de recepción de datos 12 individuales utilizan la información de asignación futura de recursos de transmisión señalizada por una o más de las unidades de emisión de datos 10 próximas para determinar la retroalimentación de adaptación de enlace, que puede comprender enviar una solicitud de asignación de recursos a una de soporte de las unidades de emisión de datos 10 sobre la base de la información de asignación futura de recursos de transmisión recibida. De manera más general, la solicitud puede ser una cualquiera o más de lo siguiente: una solicitud de tasa de datos global; una solicitud de nivel de potencia global; identificación de recursos de canalización solicitados, posiblemente con la tasa de datos correspondiente e información de la potencia de transmisión. Con respecto a una dada de las unidades de emisión de datos 10, la siguiente etapa es que la unidad de emisión de datos 10 asigne recursos de transmisión sobre la base de la solicitud o solicitudes recibidas por ella de sus unidades de recepción de datos soportadas.

La figura 4 ilustra un esquema de tiempos para dichas operaciones. Los expertos en la materia deben saber que la figura 4 no representa ninguna escala de tiempos precisa, o incluso unos tiempos relativos, sino que, por el contrario, pretende ilustrar la secuencia general de operaciones entre una unidad de emisión de datos 10 dada y una de sus unidades de recepción de datos 12 soportadas.

De acuerdo con los tiempos ilustrados, una unidad de emisión de datos 10 (abreviada como “DSU” en el diagrama) determina una asignación de recursos de transmisión para un intervalo de transmisión futuro. Tal como se observa,

la determinación se puede realizar planificando la ejecución lógica de los circuitos de procesamiento dentro de la unidad de emisión de datos 10, de acuerdo con los objetivos de planificación dinámicos o fijos del usuario. En cualquier caso, la DSU señala una indicación de su asignación futura de recursos de transmisión para el intervalo de transmisión futuro a una unidad de recepción de datos 12 (abreviada como "DRU" en el diagrama). En particular, la DRU puede recibir información de asignación futura similar desde una o más de otras DSU en el área próxima, para el mismo o para otros intervalos de transmisión futuros. De hecho, no es necesario que la DRU reciba información de asignación futura desde la DSU concreta que soporta. Puede resultar de más ayuda, por ejemplo, que una DRU dada reciba asignación futura de recursos de transmisión desde una DSU no de soporte que representa la fuente dominante de interferencia de otra celda para la DRU.

En cualquier caso, la DRU utiliza la información de asignación futura recibida desde su DSU de soporte y/o desde una o más de otras DSU, y utiliza esa información para calcular la interferencia esperada para el correspondiente intervalo de transmisión futuro. A su vez, los niveles de interferencia esperados proporcionan una base para que la DRU calcule la retroalimentación de adaptación de enlace (abreviada como "LAF" en el diagrama) para el intervalo de transmisión futuro, que devuelve a la DSU de soporte antes del intervalo de transmisión futuro. A continuación, es decir, cuando el intervalo de transmisión futuro pasa a ser pasado, la DSU utiliza la retroalimentación de adaptación de enlace recibida para que la DRU adapte su enlace de transmisión a la DRU, suponiendo, por supuesto, que la DRU particular se ha seleccionado para servicio durante el intervalo de transmisión futuro. (Tal como se ha observado anteriormente, la DSU se puede comprometer a utilizar recursos de transmisión concretos para el intervalo de transmisión futuro, pero entonces esperar hasta que recibe la retroalimentación de adaptación de enlace correspondiente desde las diferentes DRU que está soportando antes de decidir específicamente cómo aportar los recursos asignados a las DRU particulares para servicio durante el intervalo de transmisión futuro).

La figura 5 ilustra disposiciones de circuitos físicos y/o lógicos para una unidad de emisión de datos 10 y una unidad de recepción de datos, de acuerdo con una cualquiera o más de las realizaciones descritas anteriormente. La unidad de recepción de datos 12 ilustrada comprende uno o más circuitos de procesamiento 14, una realización de los cuales se detalla en la figura 6.

La disposición de circuitos ilustrada en la figura 6 representa un ejemplo no limitativo, en el que una interfaz de comunicación inalámbrica 16 soporta comunicación inalámbrica con la red de comunicación inalámbrica 8, e incluye varios circuitos de transmisión y recepción, es decir, funciona como un transmisor receptor de radiofrecuencia. En al menos un caso, la interfaz de comunicación inalámbrica 16 incluye circuitos receptores del lado del usuario que convierten las señales recibidas a través de antena en muestras de banda de base digitales que son introducidas en un circuito receptor 20 para el procesamiento de la señal recibida, por ejemplo, desmodulación y descodificación. El circuito receptor 20, que puede estar configurado como un receptor de G-Rake, tal como se ha explicado anteriormente en esta memoria, puede comprender todo o parte del circuito de procesamiento de la banda de base digital. Dicho circuito puede, tal como se conoce en el sector, ser implementado utilizando uno o más microprocesadores, procesadores de señal digital, FPGA, ASIC, u otros circuitos de procesamiento digital. En dichos contextos, la lógica funcional del procesamiento de la señal recibida puede estar realizada en hardware, software o en cualquier combinación de los mismos.

En al menos una realización, la adaptación predictiva de enlace incluida en el procesamiento de STRR enseñado en esta memoria se realiza en un circuito de retroalimentación de adaptación de enlace 22, que está incluido en el circuito receptor 20, o que está asociado con el circuito receptor 20. De este modo, el circuito de retroalimentación de adaptación de enlace 22 puede comprender hardware, software o cualquier combinación de los mismos, y toda o parte de la lógica de procesamiento asociada con la adaptación predictiva de enlace de soporte puede ser realizada como instrucciones de programa informático contenidas en un circuito de memoria incluido en o accesible para el circuito de retroalimentación de adaptación de enlace 22.

Además, un circuito de estimación de la interferencia 24 y un circuito de estimación de la calidad de la señal 26 representan elementos de circuito lógico incluidos en o asociados con el circuito de adaptación de enlace 22. Por ejemplo, el circuito de estimación de la interferencia 24 está configurado, en una o más realizaciones, para llevar a cabo una estimación de la correlación de la degradación para un intervalo de transmisión futuro sobre la base de las asignaciones de recursos de transmisión correspondientes señalizadas por una o más unidades de emisión de datos 10.

En otras palabras, el circuito de estimación de la interferencia 24 puede comprender parte del procesamiento del receptor de G-Rake llevado a cabo por el circuito receptor 20, y puede implementar la Ecuación (2) o la Ecuación (3). De este modo, las contribuciones a la interferencia de las unidades de emisión de datos 10 próximas para un intervalo de transmisión futuro están o no consideradas (o están ponderadas o ajustadas de otro modo), en función de las asignaciones futuras de recursos de transmisión correspondientes señalizadas por esas unidades de emisión de datos 10. Un circuito de estimación de la calidad de la señal 26 utiliza la estimación de interferencia correspondiente para calcular una medida de la calidad de la señal para el intervalo de transmisión futuro. La unidad de recepción de datos 12 puede devolver la estimación de la calidad de la señal a su unidad de soporte de datos 10 como la retroalimentación de adaptación de enlace, o puede mapear o traducir de otro modo la calidad de la señal calculada en un indicador de calidad del canal, una solicitud de tasa de datos u otro valor posiblemente cuantificado de manera correspondiente, que está ligado a la calidad de la señal esperada para el intervalo de transmisión futuro.

Volviendo momentáneamente a la figura 5, se ve que una realización de la unidad de emisión de datos 10 incluye de manera similar uno o más circuitos de procesamiento 30, que, tal como se ve en la figura 7, incluyen un circuito de adaptación de enlace 32, un circuito de planificación de usuario 34 y circuitos de comunicación / control 36. Como con la unidad de recepción de datos 12, estos circuitos de procesamiento y de control pueden ser implementados o soportados mediante estructuras lógicas de circuitos implementadas dentro de la unidad de emisión de datos 10, utilizando hardware, software o cualquier combinación de los mismos.

Por ejemplo, el circuito de adaptación de enlace 32 puede estar configurado para soportar adaptación predictiva de enlace tal como se enseña en esta memoria, ejecutando instrucciones informáticas correspondientes en uno o más microprocesadores, procesadores de señal digital u otros elementos de procesamiento digital. Asimismo, los aspectos de usuario desfavorable y de carga de recursos fraccionales de la adaptación predictiva de enlace se pueden incorporar en las operaciones del circuito de planificación de usuario 34 mediante provisiones de hardware y/o software apropiadas.

De manera similar, los circuitos de comunicación / control 36, que proporcionan procesamiento de datos de transmisión / recepción pueden estar implementados en hardware o software, y pueden comunicarse con los circuitos de planificación de usuario y de adaptación de enlace 34 y 32, respectivamente, tal como para ayuda en la recogida de los datos en paquetes entrantes para ser transmitidos a las unidades de recepción de datos de objetivo 12, y/o para rastrear los tamaños de la cola de los datos en paquetes. En cualquier caso, cualquiera o todos, de dichos circuitos, pueden estar acoplados en comunicación directa o indirectamente, a una interfaz de comunicación inalámbrica 38 que soporta comunicación con las unidades de recepción de datos 12 (remotas). En al menos una realización, la unidad de emisión de datos 10 es una estación de base de radio, y la interfaz de comunicación inalámbrica 38 incluye circuitos de transmisor receptor de radiofrecuencia configurados, por ejemplo, de acuerdo con los estándares de la interfaz aérea WCDMA.

En general, resultará evidente para los expertos en la materia que la red de comunicación inalámbrica 8 puede comprender una red WCDMA que ofrece servicios HSPDA, o que ofrece Multiplexación por División Ortogonal de la Frecuencia (OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing, en inglés) de acuerdo con el desarrollo de los estándares de “Super3G” o “Evolución a Largo Plazo” (LTE – Long Term Evolution, en inglés) y de WiMAX. Por supuesto, la red 8 puede estar configurada esencialmente con cualquier estándar o protocolo de interfaz aérea, incluido WiMAX y cualquier número de los estándares de comunicación inalámbrica “4G”. Las unidades de emisión de datos 10 y las unidades de recepción de datos 12 estarán configuradas en consecuencia. En WiMAX, un intervalo de transmisión puede corresponder a una trama.

De este modo, en una o más realizaciones, las unidades de recepción de datos 12 comprenden dispositivos de comunicación inalámbrica configurados para la operación en una red de comunicación inalámbrica de WiMAX o de LTE. En dichas realizaciones, recibir indicaciones de asignaciones futuras de recursos de transmisión para ser utilizadas por una o más unidades de emisión de datos 10 en un intervalo de transmisión futuro puede comprender recibir indicaciones de asignaciones futuras de recursos de transmisión desde una o más estaciones de base en la red de comunicación inalámbrica de WiMAX o de LTE para un Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI) futuro o trama de una interfaz aérea de WiMAX o de LTE.

Con estos ejemplos no limitativos en mente, resultará evidente que la adaptación predictiva de enlace como base para STRR, junto con los métodos complementarios de compensación de usuario desfavorable y de carga de recursos fraccionales, aplica de manera general a un rango de tipos de redes de comunicación. Además, se debe entender que, aunque las descripciones y ejemplos anteriores se centran en el procesamiento del enlace descendente, los métodos y aparatos enseñados en esta memoria se pueden aplicar asimismo a la adaptación de los enlaces de transmisión de enlace ascendente entre unidades de recepción de datos 12 y unidades de emisión de datos 10. Por ejemplo, una unidad de emisión de datos 10 puede estar configurada para “escuchar” anuncios desde las unidades de recepción de datos 12 en celdas o sectores próximos, anunciando que están a punto de enviar datos en paquetes. Rastreando los niveles de potencia utilizados para que esas unidades de recepción de datos 12 envíen datos en paquetes, la unidad de emisión de datos 10 puede calcular una SINR (u otra medida de la calidad de la señal), y adaptar las tasas de datos de enlace ascendente de manera correspondiente.

REIVINDICACIONES

1. Un método realizado por un nodo de recepción de datos (12) para operar en una red de comunicación inalámbrica que tiene múltiples nodos de envío de datos (10), comprendiendo el método:
- 5 recibir información de asignaciones de recursos de canalización futuros correspondiente a asignaciones de recursos de canalización que van a ser utilizados por uno o más nodos de envío de datos en un intervalo de transmisión futuro;
- estimar las contribuciones de interferencia de los uno o más nodos de envío de datos (10) de acuerdo con la información de asignación de recursos de canalización correspondiente; y
- 10 notificar una calidad de señal esperada para el intervalo de transmisión futuro sobre la base de la contribución de interferencia estimada de los uno o más nodos de envío de datos (10).
2. El método de la reivindicación 1, en el que la recepción de información de asignación de recursos de canalización futuros correspondiente a las asignaciones de recursos de canalización a ser utilizadas por el nodo de envío de datos en los intervalos de transmisión futuros comprende recibir información que identifica códigos de canalización o frecuencias portadoras que van a ser utilizados por uno o más nodos de envío de datos en el futuro intervalo de transmisión.
- 15 3. El método de la reivindicación 1, en el que recibir información de asignación de recursos de canalización futuros comprende recibir información que identifica asignaciones de frecuencia para canales para ser utilizados por los uno o más nodos de envío de datos en el intervalo de transmisión futuro.
4. El método de la reivindicación 1, en el que recibir información de asignación de recursos de canalización futuros correspondiente a asignaciones de recursos de canalización para ser utilizada por uno o más nodos de envío de datos en los intervalos de transmisión futuros comprende recibir información que identifica, al menos uno, de la información de la velocidad de transmisión de datos y la información de asignación de potencia transmisión para ser utilizada con uno o más códigos de canalización o frecuencias de canalización en el intervalo de transmisión futuro.
- 20 5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estimación de la calidad de la señal notificada comprende una relación de señal a interferencia más de ruido, SINR.
6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el intervalo de transmisión futuro es uno de un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) futuro y una trama futura.
7. Un nodo de recepción de datos (12), configurado para funcionar en una red de comunicación inalámbrica que tiene varios nodos de envío de datos (10), estando configurado el nodo de recepción de datos (12) para:
- 30 recibir información de asignaciones de recursos de canalización futuros correspondiente a asignaciones de recursos de canalización para ser utilizados por uno o más nodos de envío de datos en un intervalo de transmisión futuro;
- estimar las contribuciones de interferencia de los uno o más nodos de envío de datos (10) de acuerdo con la información de asignación de recursos de canalización correspondiente; y
- 35 notificar una calidad de señal esperada para el intervalo de transmisión futuro sobre la base de la contribución de interferencia estimada de los uno o más nodos de envío de datos (10).
8. El nodo de recepción de datos de la reivindicación 7, en el que la información de asignación de recursos de canalización futuros recibida correspondiente a las asignaciones de recursos de canalización para ser utilizados por el nodo de envío de datos en los intervalos de transmisión futuros comprende información que identifica códigos de canalización o frecuencias portadoras para ser utilizados por los uno o más nodos de envío de datos en el intervalo de transmisión futuro.
- 40 9. El nodo de recepción de datos de la reivindicación 7, en el que la información de asignación de recursos de canalización futuros recibida correspondiente a las asignaciones de recursos de canalización para ser utilizados por el nodo de envío de datos en los intervalos de transmisión futuros comprende información que identifica una asignación de frecuencia para un canal para ser utilizado por los uno o más nodos de envío de datos en el intervalo de transmisión futuro.
- 45 10. El nodo de recepción de datos de la reivindicación 7, en el que la información de asignación de recursos de canalización futuros recibida correspondiente a las asignaciones de recursos de canalización para ser utilizados por el los uno o más nodos de envío de datos en los intervalos de transmisión futuros comprende información que identifica al menos uno de una información de velocidad de transmisión de datos y una información de asignación de potencia para ser utilizada con uno o más códigos de canalización o frecuencias de canalización en el intervalo de transmisión futuro.
- 50

11. El nodo de recepción de datos de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que la estimación de la calidad de la señal recibida comprende una relación de señal a interferencia más ruido, SINR.

12. El nodo de recepción de datos de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en el que el intervalo de transmisión futuro es uno de un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) futuro y una trama futura.

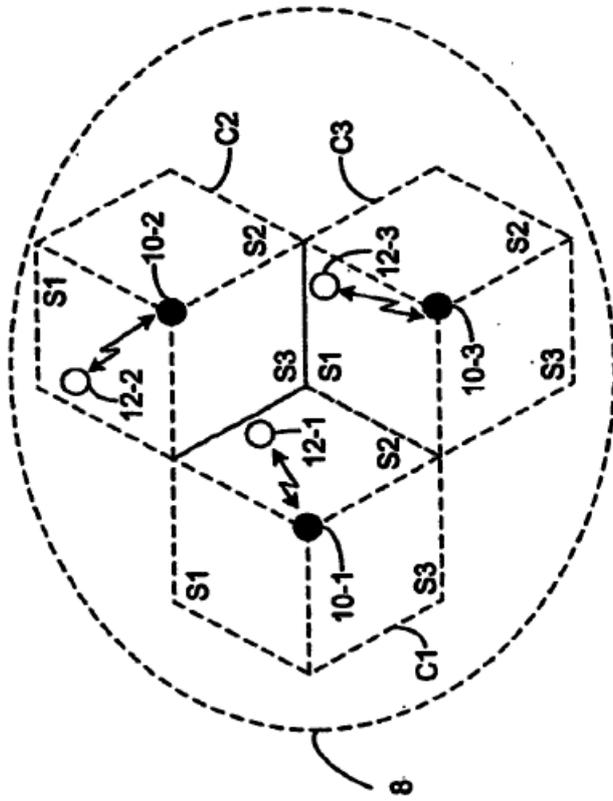


FIG. 1

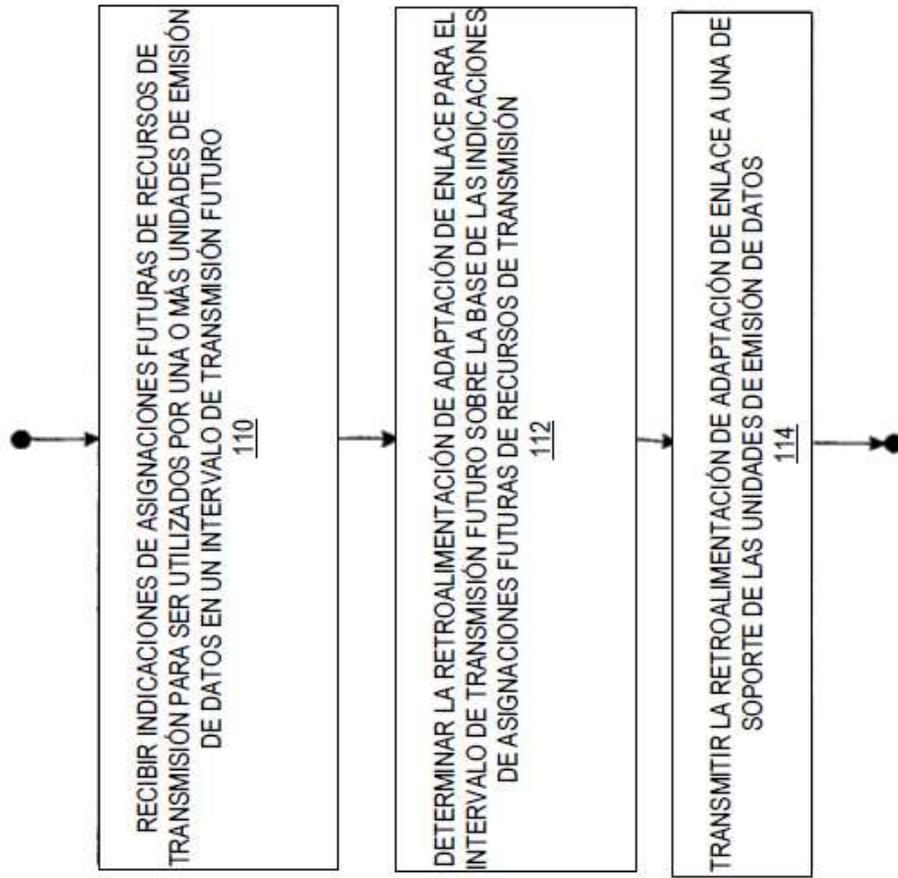


FIG. 2

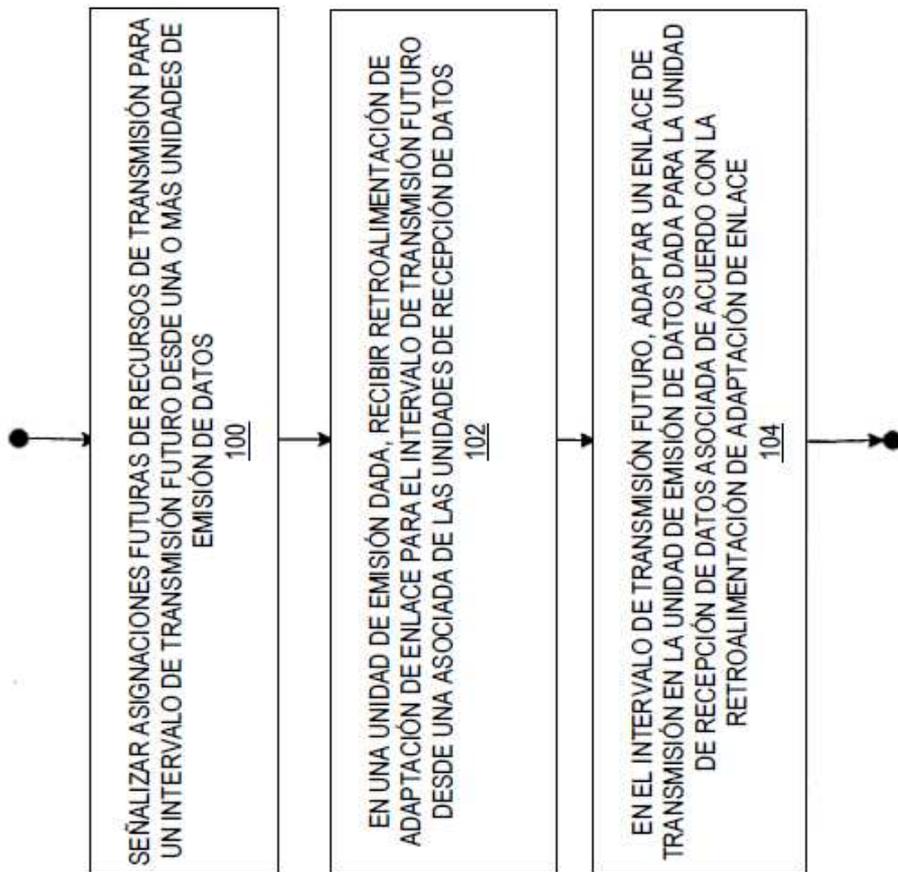
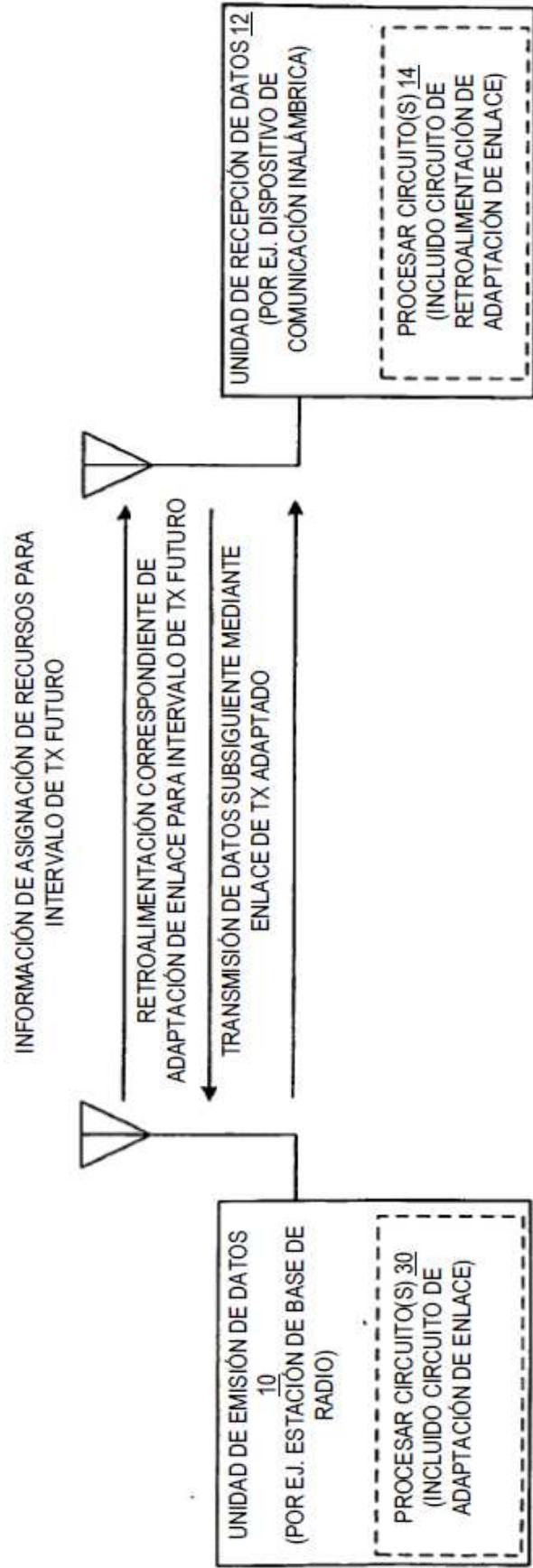
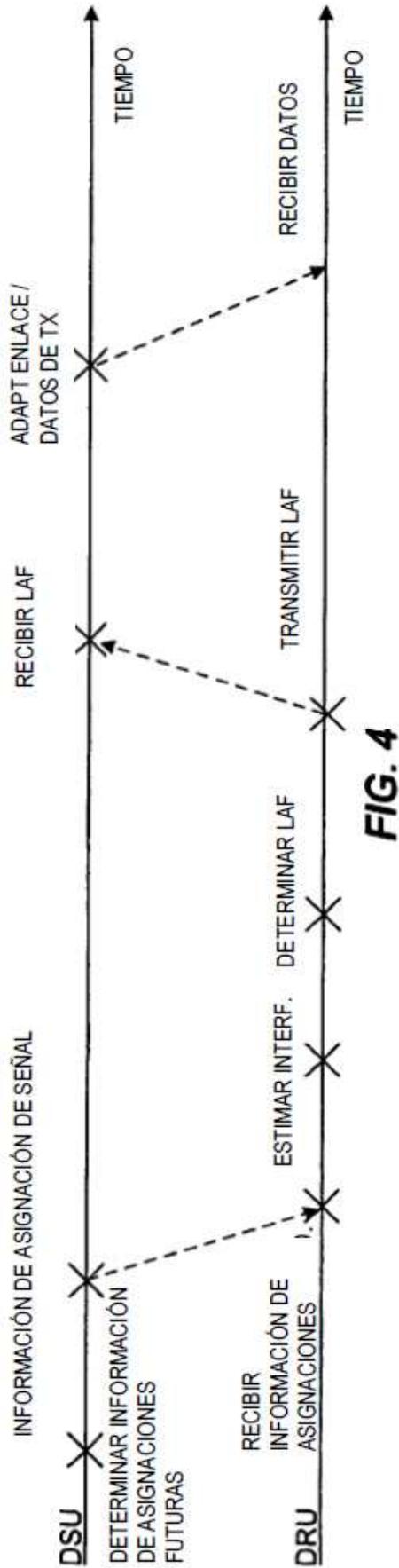


FIG. 3



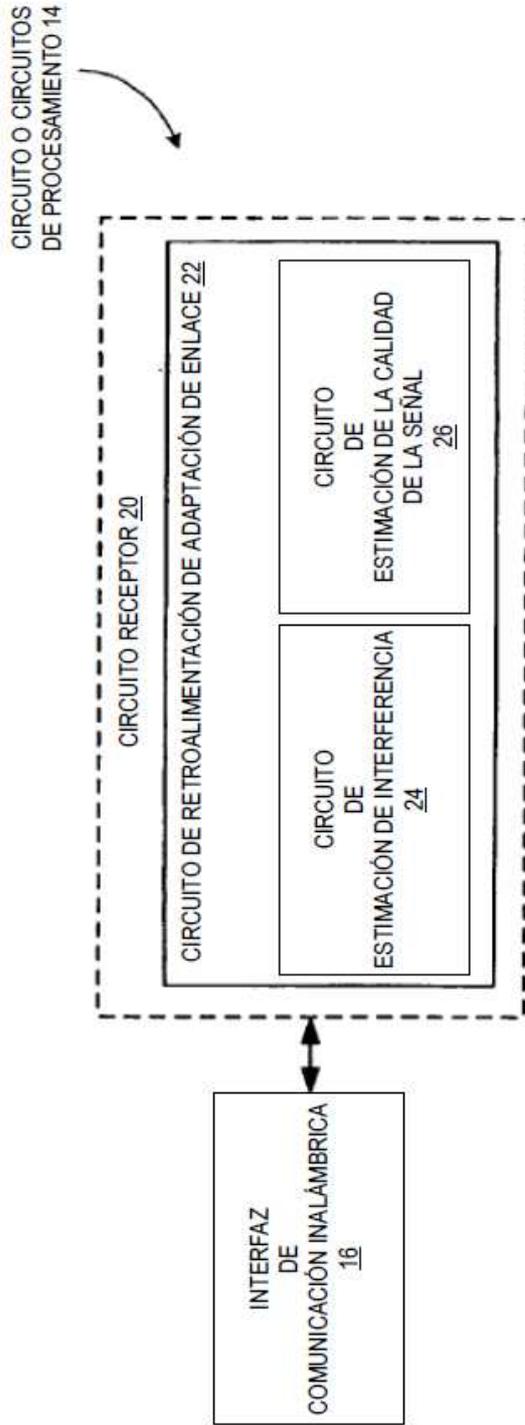


FIG. 6

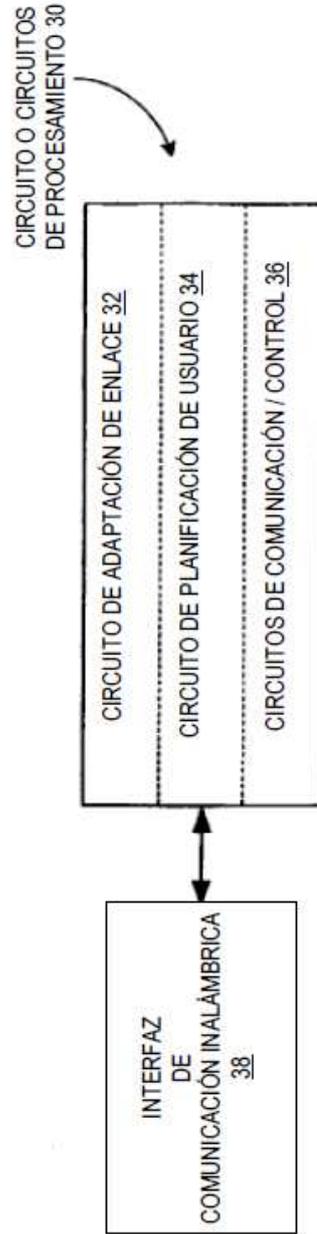


FIG. 7