(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 767 179**

(51) Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)
H04L 25/02 (2006.01)
H04W 72/12 (2009.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2015** **PCT/EP2015/056527**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016** **WO16150512**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2015** **E 15715188 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019** **EP 3275100**

(54) Título: **Nodo de red y método del mismo**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.06.2020

(73) Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO. LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN

(72) Inventor/es:

KELA, PETTERI;
LUNDQVIST, HENRIK y
QVARFORDT, JOHAN CHRISTER

(74) Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 767 179 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

Nodo de red y método del mismo

Campo Técnico

La presente invención se refiere a un nodo de red. Además, la presente invención también se refiere a un método correspondiente, un sistema de comunicación inalámbrica que comprende tal nodo de red, un programa informático, y un producto de programa informático.

Antecedentes

La estimación de canales es una función clave de la mayoría de los sistemas de comunicación inalámbrica. Es ventajoso realizar la estimación de canales a partir de transmisiones de enlace ascendente (UL) también para fines de formación de haces de enlace descendente (DL) en algunos sistemas de comunicación inalámbrica. La razón es que los nodos de red de la red de acceso de radio tienen más antenas que los dispositivos de usuario y, mediante el uso de la suposición de la reciprocidad del canal pueden evitarse los mensajes de retroalimentación. Por lo tanto, la estimación de canales a partir de transmisiones de baliza UL permite que los canales para múltiples antenas de recepción se estimen a partir de las mismas transmisiones. Además, con un número creciente de antenas en el nodo de red, es posible programar más dispositivos de usuario simultáneamente, a costa de aumentar el uso de los recursos espectrales para la estimación de canales.

Sin embargo, las estimaciones de canales solo son válidas siempre que el entorno físico permanezca estacionario o durante el tiempo de coherencia del canal de radio. Esto, por ejemplo, depende de la velocidad con la que se mueven el dispositivo de usuario y las dispersiones en su entorno. Dado que las estimaciones de canales consumen recursos espectrales, es preferible reducir el número de transmisiones de estimación de canales al mínimo requerido para cada dispositivo de usuario.

La formación de haces en las técnicas de Entrada múltiple y salida múltiple (MIMO) de dominio espacial requiere Información del estado del canal (CSI) actualizada para funcionar correctamente en un entorno móvil. Si la CSI queda obsoleta, las transmisiones de formación de haces agregan interferencia adicional al sistema de comunicación inalámbrica. Adicionalmente, debido a la selección del Esquema de modulación y codificación (MCS) realizada con CSI desactualizada, la tasa de error aumentará. La Adaptación de enlace de bucle externo (OLLA) para la selección del MCS no funciona debido a los cambios en la formación de haces en escalas de tiempo cortas. Si la programación dinámica se habilita, la interferencia experimentada por un solo dispositivo de usuario es diferente en cada Intervalo de tiempo de transmisión (TTI).

Los nodos de red, tales como las estaciones base, generalmente soportan 2-3 sectores en sistemas celulares y los sectores interfieren entre sí en las áreas fronterizas. Las técnicas de Entrada múltiple y salida múltiple de múltiples usuarios (MU-MIMO), Múltiples puntos coordinados (CoMP) y otras variantes de técnicas MIMO de dominio espacial se han especificado para las especificaciones 3GPP. Estas nuevas técnicas MIMO de formación de haces requerirán CSI más actualizada en comparación con las celdas sectorizadas más antiguas. Los mecanismos actuales para obtener la CSI, tales como los de Evolución a largo plazo (LTE), no se han diseñado para este propósito.

El documento WO 2011/142698 A1 describe un método y aparato para mejorar la potencia de transmisión de DL relacionada con los UE.

El documento WO2012/173535 A1 describe un método y un nodo para programar en una red de comunicaciones inalámbricas.

Resumen

Un objetivo de las modalidades de la presente invención es proporcionar una solución que mitigue o resuelva los inconvenientes y problemas de las soluciones convencionales.

Los objetivos anteriores y posteriores se resuelven mediante el tema de las reivindicaciones independientes. Formas de implementación ventajosas adicionales de la presente invención pueden encontrarse en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con un primer aspecto, los objetivos mencionados anteriormente y otros se logran con un nodo de red para un sistema de comunicación inalámbrica, el nodo de red que comprende:
un procesador, y
un transceptor;
en donde el procesador se configura para seleccionar al menos un dispositivo de usuario si es válido un Temporizador de estimación de canal, CET, para un canal de radio entre el nodo de red y el al menos un dispositivo de usuario;

en donde el procesador se configura además para programar la transmisión de datos a al menos un dispositivo de usuario seleccionado; en donde el transceptor se configura para realizar la transmisión de datos programada a al menos un dispositivo de usuario seleccionado.

El nodo de red puede ser una estación base, un punto de acceso o un nodo de control central tal como un controlador de red de radio. Sin embargo, el nodo de red no se limita a los dispositivos de comunicación mencionados y se dan otros ejemplos de tales nodos de red en la siguiente descripción detallada.

La expresión "al menos un dispositivo de usuario" significa que se seleccionan uno o más dispositivos de usuario, y los dispositivos de usuario seleccionados tienen CET asociados que son válidos. El CET puede ser individual para cada dispositivo de usuario o para un grupo de dispositivos de usuario.

El transceptor del nodo de red realiza la transmisión de datos programada mediante la transmisión de paquetes de datos de acuerdo con los estándares de comunicación inalámbrica adecuados, tales como, por ejemplo, definidos por 3GPP.

El nodo de red proporciona varias ventajas de acuerdo con el primer aspecto.

Al programar datos para dispositivos de usuario seleccionados que cumplan la condición de que el CET es válido, se proporciona un rendimiento mejorado en el sistema de comunicación inalámbrica. Las estimaciones de canales para los dispositivos de usuario seleccionados se actualizan, lo que da como resultado un rendimiento de transmisión de datos mejorado. Esto implica también que los recursos espectrales del sistema de comunicación inalámbrica se usan de manera más eficiente.

En una primera forma de implementación posible de un nodo de red de acuerdo con el primer aspecto, el CET es válido si un valor de temporizador del CET no ha expirado.

Con la primera forma de implementación posible, al no programar transmisiones de datos a dispositivos de usuario que tienen un CET que no es válido, se reduce el uso de estimaciones de canales desactualizadas. Esto a su vez aumenta la probabilidad de transmisiones de datos exitosas y el rendimiento general.

En una segunda forma de implementación posible de un nodo de red de acuerdo con la primera forma de implementación posible del primer aspecto, el transceptor se configura además para recibir una baliza de estimación de canal que indica una estimación de canal para el canal de radio; el procesador se configura además para restablecer el valor de temporizador del CET en respuesta a la recepción de la baliza de estimación de canal.

Con la segunda forma de implementación posible, al recibir estimaciones de canales con balizas en lugar de informes CSI o métodos correspondientes, pueden minimizarse los retrasos CSI. Por lo tanto, la cantidad de dispositivos de usuario que cumplen los criterios de validez del CET puede maximizarse en comparación con los informes CSI. Adicionalmente, se reduce la sobrecarga de señalización para usar canales de informes.

En una tercera forma de implementación posible de un nodo de red de acuerdo con la segunda forma de implementación posible del primer aspecto, el procesador se configura además para determinar una tasa de transmisión de balizas de estimación de canal; el transceptor se configura además para transmitir una primera señal S1 a al menos un dispositivo de usuario seleccionado, la primera señal S1 que indica la tasa de transmisión de balizas de estimación de canal.

Con la tercera forma de implementación posible, las balizas de estimación de canal pueden programarse para dispositivos de usuario activos de manera que el canal pueda medirse antes de la programación de datos. Las tasas de transmisión de balizas de estimación de canal también pueden relacionarse con el valor de tiempo del CET, lo que coordina de esta manera la tasa de transmisión de balizas de estimación de canal de acuerdo con el envejecimiento del canal. Por lo tanto, la adaptación dinámica a las condiciones cambiantes del canal es posible con esta forma de implementación. Además, la tasa de transmisión de balizas de estimación de canal puede relacionarse con la programación de datos o, por ejemplo, los tiempos estimados de llegada de paquetes de datos de manera que los dispositivos de usuario que se programarán con transmisiones de datos enviarán la baliza de estimación de canal justo antes de la programación de transmisión de datos.

En una cuarta forma de implementación posible de un nodo de red de acuerdo con las primera, segunda o tercera formas de implementación posibles del primer aspecto, el procesador se configura además para determinar el valor de temporizador del CET en función de una tasa de error para la transmisión de datos programada a al menos un dispositivo de usuario seleccionado.

Con la cuarta forma de implementación posible, al utilizar la tasa de error para determinar el valor de temporizador del CET, el valor del temporizador puede ajustarse para cumplir con los tiempos de coherencia de canal individuales. Esta es una manera simple de determinar la validez del CET y adaptarse a los tiempos de coherencia de canal experimentados.

En una quinta forma de implementación posible de un nodo de red de acuerdo con la cuarta forma de implementación posible del primer aspecto, el valor del temporizador aumenta si la tasa de error está por debajo de una tasa de error umbral.

Con la quinta forma de implementación posible, puede asegurarse que, si la tasa de error disminuye, pueden tolerarse mediciones de canales más antiguas. Esto aumenta el número de dispositivos de usuario en el grupo de candidatos de programación. Por lo tanto, pueden considerarse más candidatos (dispositivos de usuario) para la programación de datos con grados de libertad espacial. Además, debe tenerse en cuenta que también es posible el caso opuesto, es decir, que el valor del temporizador disminuye si la tasa de error está por encima de un umbral o aumenta.

En una sexta forma de implementación posible de un nodo de red de acuerdo con la cuarta o quinta forma de implementación posible del primer aspecto, el transceptor se configura además para recibir una segunda señal S2 desde el al menos un dispositivo de usuario seleccionado, la segunda señal S2 que indica la tasa de error.

Con la sexta forma de implementación posible, si, por ejemplo, la red de acceso de radio no usa la retroalimentación HARQ, los dispositivos de usuario aún pueden informar las tasas de error al nodo de red. Las tasas de error informadas se usan para adaptar el valor del temporizador.

En una séptima forma de implementación posible de un nodo de red de acuerdo con cualquiera de las formas de implementación posibles anteriores del primer aspecto, el procesador se configura además para usar una métrica de programación para programar la transmisión de datos a al menos un dispositivo de usuario seleccionado, la métrica de programación que comprende la tasa de datos para la transmisión de datos programada ponderada con el CET o un valor asociado con el CET.

Con la séptima forma de implementación posible, es posible usar la métrica de programación actual que mejora las transmisiones de datos al(a los) dispositivo(s) de usuario. Por ejemplo, en la formación de haces, el mejor rendimiento se obtiene cuando el haz se dirige al dispositivo de usuario precisamente de acuerdo con las condiciones del canal de radio. Por lo tanto, cuando el dispositivo de usuario se mueve, la tasa de datos alcanzable real que depende de la baja latencia de estimación de canal es posible con esta forma de implementación.

En una octava forma de implementación posible de un nodo de red de acuerdo con cualquiera de las formas de implementación posibles anteriores del primer aspecto, el transceptor se configura además para recibir una tercera señal S3 desde el al menos un dispositivo de usuario seleccionado o desde otro nodo de red, la tercera señal S3 que indica el CET.

Con la octava forma de implementación posible, cuando el dispositivo de usuario se mueve de una celda a otra o de un área de programación a otra área de programación, podría ser beneficioso transferir el CET específico del dispositivo de usuario a los nodos de red vecinos (tal como una estación base o una entidad planificadora). Esto ayuda a hacer que las transferencias sean más invisibles y transparentes en el sistema de comunicación inalámbrica, puesto que ya hay un CET ajustado para usarse después de la transferencia por el nodo de red receptor.

En una novena forma de implementación posible de un nodo de red de acuerdo con la octava forma de implementación posible del primer aspecto, la tercera señal S3 se recibe desde el otro nodo de red en conexión con una transferencia para el al menos un dispositivo de usuario seleccionado desde el otro nodo de red al nodo de red.

Con la novena forma de implementación posible, es posible transferir el CET desde el otro nodo de red al nodo de red para lograr la ventaja mencionada anteriormente de la octava forma de implementación posible.

En una décima forma de implementación posible de un nodo de red de acuerdo con cualquiera de las formas de implementación posibles anteriores del primer aspecto, el transceptor se configura además para transmitir una cuarta señal S4 a otro nodo de red en conexión con una transferencia para el al menos un dispositivo de usuario seleccionado desde el nodo de red al otro nodo de red, la cuarta señal S4 que indica el CET.

Con la décima forma de implementación posible, es posible transferir el CET desde el nodo de red al otro nodo de red para lograr la ventaja mencionada anteriormente de la octava forma de implementación posible.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, los objetivos mencionados anteriormente y otros se logran con un sistema de comunicación inalámbrica que comprende al menos un nodo de red de acuerdo con cualquiera de las formas de implementación posibles del primer aspecto o al primer aspecto como tal.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, los objetivos mencionados anteriormente y otros se logran con un método para un sistema de comunicación inalámbrica, el método que comprende:
seleccionar al menos un dispositivo de usuario si es válido un Temporizador de estimación de canal, CET, para un canal de radio entre el nodo de red y el al menos un dispositivo de usuario;
programar la transmisión de datos a al menos un dispositivo de usuario seleccionado;
realizar la transmisión de datos programada a al menos un dispositivo de usuario seleccionado.

En una primera forma de implementación posible de un método de acuerdo con el tercer aspecto, el CET es válido si un valor de temporizador del CET no ha expirado.

En una segunda forma de implementación posible de un método de acuerdo con la primera forma de implementación posible del tercer aspecto, el método comprende además recibir una baliza de estimación de canal que indica una estimación de canal para el canal de radio; restablecer el valor de temporizador del CET en respuesta a la recepción de la baliza de estimación de canal.

En una tercera forma de implementación posible de un método de acuerdo con la segunda forma de implementación posible del tercer aspecto, el método comprende además determinar una tasa de transmisión de balizas de estimación de canal; transmitir una primera señal S1 a al menos un dispositivo de usuario seleccionado, la primera señal S1 que indica la tasa de transmisión de balizas de estimación de canal.

En una cuarta forma de implementación posible de un método de acuerdo con las primera, segunda o tercera formas de implementación posibles del tercer aspecto, el método comprende además determinar el valor de temporizador del CET en función de una tasa de error para la transmisión de datos programada a al menos un dispositivo de usuario seleccionado.

En una quinta forma de implementación posible de un método de acuerdo con la cuarta forma de implementación posible del tercer aspecto, el valor del temporizador aumenta si la tasa de error está por debajo de una tasa de error umbral.

En una sexta forma de implementación posible de un método de acuerdo con la cuarta o quinta forma de implementación posible del tercer aspecto, el método comprende además recibir una segunda señal S2 desde el al menos un dispositivo de usuario seleccionado, la segunda señal S1 que indica la tasa de error.

En una séptima forma de implementación posible de un método de acuerdo con cualquiera de las formas de implementación posibles anteriores del tercer aspecto, el método comprende además usar una métrica de programación para programar la transmisión de datos a al menos un dispositivo de usuario seleccionado, la métrica de programación que comprende la tasa de datos para la transmisión de datos programada ponderada con el CET o un valor asociado con el CET.

En una octava forma de implementación posible de un método de acuerdo con cualquiera de las formas de implementación posibles anteriores del tercer aspecto, el método comprende además recibir una tercera señal S3 desde el al menos un dispositivo de usuario seleccionado o desde otro nodo de red, la tercera señal S3 que indica el CET.

En una novena forma de implementación posible de un método de acuerdo con la octava forma de implementación posible del tercer aspecto, la tercera señal S3 se recibe desde el otro nodo de red en conexión con una transferencia para el al menos un dispositivo de usuario seleccionado desde el otro nodo de red al nodo de red.

En una décima forma de implementación posible de un método de acuerdo con cualquiera de las formas de implementación posibles anteriores del tercer aspecto, el método comprende además transmitir una cuarta señal S4 a otro nodo de red en conexión con una transferencia para el al menos un dispositivo de usuario seleccionado desde el nodo de red al otro nodo de red, la cuarta señal S4 que indica el CET.

Las ventajas de los métodos de acuerdo con el tercer aspecto son las mismas que para el nodo de red correspondiente de acuerdo con el primer aspecto.

La presente invención también se refiere a un programa informático con un código de programa, que cuando se ejecuta por un procesador hace que dicho procesador ejecute cualquier método de acuerdo con la presente invención. Además, la invención también se refiere a un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador y dicho programa informático mencionado, en donde dicho programa informático se incluye en el medio legible por ordenador, y comprende uno o más del grupo: ROM (Memoria de solo lectura), PROM (ROM programable), EPROM (PROM borrable), memoria Flash, EEPROM (EPROM eléctrica) y unidad de disco duro.

Otras aplicaciones y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada.

Breve Descripción de los Dibujos

Los dibujos adjuntos están destinados a aclarar y explicar diferentes modalidades de la presente invención, en las que:

- La Figura 1 muestra un nodo de red de acuerdo una modalidad de la presente invención;

- La Figura 2 muestra un método de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

- La Figura 3 muestra un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

- La Figura 4 muestra un diagrama de flujo de un método de acuerdo con una modalidad adicional de la presente invención;

- La Figura 5 muestra un diagrama de flujo de un método de programación de datos de acuerdo con una modalidad adicional de la presente invención;

- La Figura 6 ilustra escenarios de transferencia en un sistema de comunicación inalámbrica; y

- La Figura 7 y la Figura 8 muestran resultados de rendimiento para modalidades de la presente invención.

Descripción Detallada

La Figura 1 muestra un nodo de red 100 de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El nodo de red 100 también puede denominarse nodo de red de radio y ser parte de una red de acceso de radio de un sistema de comunicación inalámbrica 500. Un nodo de red o también llamado estación base, por ejemplo, una estación base de radio (RBS), en algunas redes de acceso de radio puede denominarse como transmisor, "eNB", "eNodoB", "NodoB" o "nodo B", en dependencia de la tecnología y la terminología usadas. Los nodos de red de radio pueden ser de diferentes clases, tales como, por ejemplo, eNodoB macro, eNodoB local o estación base pico, en función de la potencia de transmisión y, por lo tanto, también del tamaño de la celda. El nodo de red de radio puede ser una estación (STA), que es cualquier dispositivo que contenga un Control de acceso a medios (MAC) conforme a IEEE 802.11 y la interfaz de capa física (PHY) con el medio inalámbrico (WM).

El nodo de red 100 en la Figura 1 comprende un procesador 102 acoplado de manera comunicable, con los medios de comunicación adecuados 108 conocidos en la técnica, a un transceptor 104. Los medios de comunicación 108 se ilustran con la flecha discontinua en la Figura 1. El transceptor 104 del nodo de red 100 se configura para recibir y transmitir señales de comunicación internamente dentro del nodo de red 100 y externamente de acuerdo con protocolos y/o estándares de comunicación inalámbrica y/o cableada con otras entidades de comunicación en el sistema de comunicación inalámbrica 500. El dispositivo de red 100 en la Figura 1 también comprende una unidad de antena opcional 106 configurada para recibir y transmitir señales de comunicación inalámbrica en el sistema de comunicación inalámbrica 500. La unidad de antena 106 se acopla de manera comunicable al transceptor 104.

El procesador 102 del dispositivo de red 100 se configura para seleccionar al menos un dispositivo de usuario si es válido un Temporizador de estimación de canal (CET) para un canal de radio entre el nodo de red 100 y el dispositivo de usuario. El dispositivo de usuario puede seleccionarse de un conjunto de dispositivos de usuario, en donde el conjunto comprende uno o más dispositivos de usuario. Sin embargo, también puede considerarse un único dispositivo de usuario. El procesador 102 se configura además para programar la transmisión de datos al dispositivo de usuario seleccionado. La transmisión de datos se programa de acuerdo con algoritmos de programación adecuados que se explicarán más en la siguiente descripción. El transceptor 104 se configura además para realizar la transmisión de datos programada al dispositivo de usuario seleccionado en el sistema de comunicación inalámbrica 500. Por lo tanto, el procesador 102 puede configurarse además para reenviar datos al transceptor 104 para su transmisión y puede configurarse además para controlar el transceptor 104 y la unidad de antena 106 durante tales transmisiones de datos al dispositivo de usuario seleccionado.

La Figura 2 muestra un método 200 de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El método 200 puede ejecutarse en el nodo de red 100 tal como el descrito en la Figura 1. El método 200 comprende la etapa de seleccionar 202 al menos un dispositivo de usuario 300 si es válido un CET para un canal de radio entre el nodo de red 100 y el dispositivo de usuario 300. El método 200 comprende además la etapa de programar 204 la transmisión de datos al dispositivo de usuario seleccionado 300. El método 200 finalmente comprende la etapa de realizar 206 la transmisión de datos programada al dispositivo de usuario seleccionado 300.

Generalmente, el CET puede ser un temporizador que observa la diferencia de tiempo entre la hora actual y la hora en que se realizó la última medición del canal. Esta diferencia de tiempo observada en cada TTI podría estar por debajo de cierto valor límite máximo, que puede ajustarse de acuerdo con las modalidades de la presente invención. Por ejemplo, si se alcanza el valor límite máximo, entonces la medición del canal ya no se considera válida. Alternativamente, el CET puede tener un valor inicial que se ajusta de acuerdo con otras modalidades de la presente invención. El valor del contador TTI puede reducirse cada TTI hasta que expire o se reinicie el temporizador. El temporizador puede reiniciarse cuando se realiza una medición de canal, y si el temporizador ha expirado, entonces la medición de canal ya no se considera válida.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, el CET se considera válido si un valor de temporizador del CET no ha expirado. Esto significa que el valor del temporizador puede ajustarse para adaptarse a diferentes condiciones y requisitos de transmisión en el sistema de comunicación inalámbrica 500.

De acuerdo con una modalidad adicional de la presente invención, el transceptor 104 del nodo de red 100 se configura además para recibir una baliza de estimación de canal (por ejemplo, las balizas CSI) que indica una estimación de canal para el canal de radio entre el nodo de red 100 y el dispositivo de usuario seleccionado 300. La baliza de estimación de canal recibida se envía por el transceptor 104 al procesador 102 que se configura además para restablecer el valor de temporizador del CET en respuesta a la recepción de la baliza de estimación de canal. La baliza de estimación de canal

puede enviarse directamente desde el dispositivo de usuario 300 al nodo de red 100. Sin embargo, la baliza de estimación de canal también puede transmitirse o señalizarse desde el dispositivo de usuario 300 al nodo de red 100 a través de uno o más nodos de red o nodos de control de red del sistema de comunicación inalámbrica 500.

Una idea general con esta modalidad de la presente invención es que la parte más significativa de la transmisión de datos a los dispositivos de usuario debe realizarse en el mismo TTI en donde se programan las balizas de estimación de canal. Al programar más balizas de estimación de canal para un dispositivo de usuario 300, las estimaciones de canales para ese dispositivo de usuario específico 300 se mantendrán actualizadas y puede lograrse un mayor rendimiento para la transmisión de datos a ese dispositivo de usuario específico 300. Cuando se programa la transmisión de datos, el nodo de red 100 puede maximizar el rendimiento general al optimizar la utilización de los grados de libertad del dominio espacial con la programación de los candidatos de dispositivos de usuario considerados como los mejores en el momento. Por lo tanto, puede suponerse que todos los dispositivos de usuario del sistema de comunicación inalámbrica 500 deberían enviar una baliza de estimación de canal cuando lo solicite la red de acceso de radio. La baliza de estimación de canal puede comprender al menos señales de referencia medibles, por ejemplo, similares a las Señales de referencia de sondeo (SRS) de LTE.

Por lo tanto, las modalidades de la presente invención resuelven el problema de ajustar el CET para cada balizaje de estimación de canal del dispositivo de usuario activo 300 en el sistema de comunicación inalámbrica. El valor del temporizador se usará para evaluar si la estimación de canal basada en la última baliza de estimación de canal todavía puede usarse para programar datos o no para los dispositivos de usuario. Adicionalmente, el tiempo mínimo tolerable entre las transmisiones de baliza de estimación de canal puede obtenerse para cada dispositivo de usuario 300.

Por lo tanto, de acuerdo con una modalidad adicional de la presente invención, el procesador 102 del nodo de red 100 se configura además para determinar una tasa de transmisión de balizas de estimación de canal. Además, el transceptor 104 del nodo de red 100 se configura para transmitir una primera señal S1 al dispositivo de usuario seleccionado 300 y la primera señal S1 indica la tasa de transmisión de balizas de estimación de canal. Las balizas de estimación de canal pueden programarse como balizas por unidad de tiempo, es decir, número de balizas por unidad de tiempo.

Esto se ilustra en la Figura 3, que muestra un sistema de comunicación inalámbrica 500 de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El sistema de comunicación inalámbrica 500 comprende al menos un nodo de red 100 que puede ser parte de una red de acceso de radio 502 del sistema de comunicación inalámbrica 500. En la Figura 3 se muestra que el nodo de red 100 realiza la transmisión de datos a los dispositivos de usuario 300a y 300b, respectivamente. El nodo de red 100 también transmite las primeras señales S1 a los dispositivos de usuario 300a y 300b para controlar la tasa de transmisión para las transmisiones de balizas de estimación de canal desde los dispositivos de usuario 300a y 300b al nodo de red 100. El nodo de red 100 y/o su red de acceso de radio 502 pueden programar las transmisiones de balizas de estimación de canal de forma dinámica o semipersistente en dependencia de la aplicación. Como se mencionó, la latencia CSI es un problema importante cuando el rendimiento de un sistema MU-MIMO o CoMP debe maximizarse en una red de acceso de radio móvil 502. Por lo tanto, se propone que el nodo de red 100 y/o la red de acceso de radio 502 puedan programar las balizas de estimación de canal dinámicamente a medida que se desea programar los datos. Por lo tanto, en la programación de balizas de estimación de canal, por ejemplo, podría utilizarse algún tipo de métrica(s) de programación que tenga en cuenta el estado de la memoria intermedia, el rendimiento promedio pasado, el rendimiento previsto, la prioridad de datos, etc. O si los dispositivos de usuario se tratan por igual, por ejemplo, puede utilizarse el programador básico Round Robin o Equal Throughput para la programación de balizas de estimación de canal. También pueden usarse otros métodos para la programación de balizas de estimación de canal.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la validez del CET debería depender de la tasa de error de cada dispositivo de usuario 300 que se programará para la transmisión de datos. En esta modalidad, el valor de temporizador del CET puede aumentar si la tasa de error de la transmisión de datos está por debajo de una tasa de error umbral. Esto también significa que el valor del temporizador puede reducirse (incluso a un valor cero) si la tasa de error supera una tasa de error umbral. Ejemplos de medidas de tasa de error adecuadas son la Tasa de error de bloque (BLER), el Reconocimiento/reconocimiento negativo (ACK/NACK) es la tasa de error que se define como números de NACK por números de ACK, Relación señal a interferencia y ruido (SINR) y Relación señal a ruido (SNR). La información de la tasa de error para la programación de DL puede obtenerse de las transmisiones de retroalimentación HARQ ACK/NACK y/o las estimaciones BLER/SINR informadas desde el dispositivo de usuario 300. Para las transmisiones de UL, a menudo hay información suave disponible. Por lo tanto, en el UL no se necesita retroalimentación adicional de acuerdo con una modalidad.

La Figura 4 muestra un método de acuerdo con una modalidad adicional de la presente invención. El método en la Figura 4 puede ejecutarse en un nodo de red 100 como se describe en esta descripción.

En la etapa F1, los Dispositivos de usuario (UD) se seleccionan entre un grupo de dispositivos de usuario candidatos. Todos los dispositivos de usuario seleccionados tienen CET que son válidos. Adicionalmente, el nodo de red 100 podría controlar la validez de la baliza CSI con, por ejemplo, el temporizador de validez de baliza. El valor del temporizador puede depender de BLER o BER. El nodo de red 100 solo puede seleccionar dispositivos de usuario cuyo temporizador de validez CSI no haya expirado.

En la etapa F2, las transmisiones de datos se programan para los dispositivos de usuario seleccionados. La programación del dominio espacial (y el dominio de frecuencia) puede realizarse en función de ciertas métricas. La métrica de programación *m* podría ser, por ejemplo, *m = SILNR/TSLB,* donde TSLB es la medición de "Tiempo desde la última baliza" para cierto dispositivo de usuario 300 y SILNR es "Señal a interferencia más fuga más relación de ruido". Otra opción podría ser que la tasa de datos esperada o el rendimiento se pondera con el TLSB (por ejemplo, *tasa_ponderada = tasa_de_datos_esperada/TSLB).* Después de eso, la tasa de datos ponderada puede usarse en cualquier métrica de programación que utiliza la tasa de datos pronosticada, por ejemplo, Proporcional justo (PF) o Máximo rendimiento (MT) o cualquier otra métrica de programación adecuada. Por lo tanto, de acuerdo una modalidad de la presente invención, la métrica de programación comprende la tasa de datos para la transmisión de datos programada ponderada con el CET o un valor asociado con el CET. El valor asociado con el CET puede derivarse, por ejemplo, del temporizador del CET.

Las etapas F3-F6 y D1 en la Figura 4 se realizan para cada dispositivo de usuario programado 300.

En la etapa F3, los datos se transmiten al UD 300 seleccionado. Esto significa que después de la etapa de programación en F2, los datos se transmiten a cada UD 300 programado.

En la etapa F4 se recibe retroalimentación del UD 300 programado. La retroalimentación indica la tasa de error para la transmisión de datos y puede enviarse en una segunda señal S2 desde el UD 300 programado al nodo de red 100. Después de la recepción y decodificación de datos, el UD 300 programado enviará la retroalimentación sobre la transmisión de datos. La retroalimentación puede ser, por ejemplo, ACK/NACK de Solicitud automática híbrida (HARQ). Adicionalmente, algunos bits de información sobre la tasa de error experimentado o SINR podrían integrarse en la retroalimentación HARQ para hacer que la retroalimentación sea aún más informativa.

En D1 se determina si la tasa de error para la transmisión de datos al UD 300 programado está por debajo de una tasa de error objetivo para la transmisión de datos.

Si la tasa de error está por debajo de la tasa de error objetivo, el valor máximo del temporizador aumenta en la etapa F5. Si la tasa de error supera la tasa de error objetivo, el valor del temporizador disminuye en la etapa F6. Después de la recepción de la retroalimentación, el nodo de red 100 debería evaluar si la BLER o BER experimentada está por encima o por debajo de un valor objetivo óptimo previamente establecido. Si la BLER o BER está por debajo del objetivo, entonces se debe aumentar el valor del temporizador CET. Si la BLER o BER está por encima del objetivo, entonces el valor del temporizador CET debe disminuir. Cuando el canal se mide desde el UD 300 programado, el valor del temporizador CET se restablece.

En la Figura 4 se supone que el temporizador CET BLER es individual para cada dispositivo de usuario 300, pero alternativamente puede ajustarse un valor de temporizador de validez común basado en la BLER o BER promediada al tener en cuenta todos los dispositivos de usuario. Sin embargo, si los temporizadores son individuales, los dispositivos de usuario que tienen diferentes condiciones y velocidades de canal pueden funcionar mejor debido a la adaptación individual.

Además, en algunas modalidades, el TSLB usado en la ponderación puede ser relativo al valor de temporizador de validez máxima del dispositivo de usuario 300. Esto permitiría que los dispositivos de usuario con más canales estáticos puedan tener balizas de estimación de canal menos frecuentes y aún obtener una tasa ponderada que sea comparable a los dispositivos de usuario con un tiempo de coherencia de canal corto.

En la Figura 4 se supone que el nodo de red 100 manejó completamente el temporizador de validez. Sin embargo, podría implementarse también como parte de un software de protocolo de módem de dispositivo de usuario. El dispositivo de usuario 300 debería poder programar sus propias balizas de estimación de canal o informar la periodicidad de balizas de estimación de canal deseada en base al valor del temporizador de validez ajustado. El dispositivo de usuario 300 puede determinar la BLER al comparar la cantidad de paquetes decodificados con éxito con la cantidad de paquetes decodificados sin éxito. Entonces, el dispositivo de usuario 300 podría informar este valor BLER o algún índice que se relacione con la periodicidad de transmisión de balizas de estimación de canal deseada al nodo de red 100.

Cuando se programa la transmisión de datos real, el nodo de red 100 podría utilizar SINR o, por ejemplo, Señal a interferencia más fuga más relación de ruido (SILNR), o alguna estimación de medición similar y el TSLB en cuenta. La métrica SILNR se relaciona con la métrica SLNR, con la adición del término de interferencia proveniente de los dispositivos de usuario ya programados. Para la programación del dominio espacial también puede utilizarse, por ejemplo, el principio de Programación de usuario semiortogonal (SUS).

En la programación de transmisión de datos se supone que los recursos (por ejemplo, tiempo y frecuencia) para las balizas de estimación de canal se comparten de manera justa de acuerdo con algunas métricas preferidas como se describió en los párrafos anteriores. Por lo tanto, cuando se realiza la programación del dominio espacial, la red de acceso de radio 502 debería maximizar su rendimiento y favorecer a los dispositivos de usuario con la transmisión de baliza de estimación de canal más actualizada medida por la red de acceso de radio 502.

En la primera fase de la programación de datos, el canal se estima para todos los dispositivos de usuario en todas las antenas de nodo de red disponibles. El mejor dispositivo de usuario 300 basado en la métrica de programación propuesta programación calculada se seleccionará como el primer dispositivo de usuario programado 300. Después de eso, se vuelve a evaluar la ortogonalidad o semiortogonalidad para todos los candidatos de dispositivos de usuario de programación no programados. Luego, puede seleccionarse un segundo dispositivo de usuario 300 para que se programe con la métrica de programación propuesta. Después de cada decisión de programación, las matrices de canales de radio se recalculan para que se tengan en cuenta las nuevas condiciones de interferencia y fugas para los candidatos de dispositivos de usuario de programación restantes. Cuando no hay dispositivos de usuario o nodos de red que puedan cumplir los criterios de programación, puede calcularse la formación de haces de forzamiento cero (ZFBF) final y estimarse las SINR finales para la adaptación de enlace. También debe tenerse en cuenta que después de esta etapa puede haber algunos dispositivos de usuario cuya SINR estimada esté por debajo del umbral mínimo y que aún no estén programados. Esta última etapa reduce la generación de interferencias sin sentido. El umbral mínimo para esta etapa final puede establecerse en un valor SINR, que ninguno de los MCS puede soportar adecuadamente, ya que existe un límite SINR más bajo sobre el cual es posible la transmisión estable con un MCS.

La Figura 5 muestra un método de programación de datos espacial de acuerdo con una modalidad adicional de la presente invención. El método en la Figura 5 puede ejecutarse junto con el método en la Figura 4, y el método en la Figura 5 corresponde principalmente a la etapa de programación de datos F2 en la Figura 4.

En la Figura 5, la programación de datos se ilustra con más detalle. Debe observarse que en la Figura 5 se supone que la programación se realiza de manera CoMP para varios nodos de red de una red de acceso de radio 502, pero el algoritmo de programación también funciona para la programación MU-MIMO de un único nodo de red 100. Adicionalmente, el algoritmo de programación propuesto puede hacerse individualmente para cada bloque o elemento de recursos o para grupos de bloques o elementos de recursos.

En la etapa E1, los UD candidatos se establecen en una Lista de UD semiortogonales (SOUDL) si el TSLB para el UD candidato 300 es lo suficientemente pequeño, por ejemplo, más pequeño que un valor umbral de estimación de canal para el TSLB, es decir, $T_{máx}$. Semiortogonal significa que las transmisiones de datos a un dispositivo de usuario 300 pueden realizarse sin interferir demasiado con las transmisiones de datos a otros dispositivos de usuario. El tiempo transcurrido desde la última medición de estimación de canal puede calcularse de la siguiente manera: TSLB = tiempo_actual - tiempo_de_la_última_medición_de_estimación_de_canal. El valor del umbral de estimación de canal o el límite de tiempo de coherencia pueden determinarse mediante el uso de la retroalimentación HARQ informada del UD 300. Por lo tanto, si se recibe el ACK, el retraso máximo aceptable $T_{máx}$ para el TSLB puede aumentar en T_{arriba}, mientras que se reduce en T_{abajo} si se recibe el NACK. Por lo tanto, la relación entre T_{arriba} y T_{abajo} se usa para alcanzar la $BLER_{objetivo}$ deseada con la siguiente ecuación:

$$T_{arriba} = \frac{T_{abajo}}{\frac{1}{BLER_{objetivo}} - 1}. \qquad (1)$$

Cada UD 300 que cumpla con sus criterios de tiempo de coherencia individuales de $TSLB_n < T_{máx,\ n}$ en la fase de planificación de Dominio de tiempo (TD) puede seleccionarse como un candidato de programación válido para las fases de programación de datos actuales.

En la etapa E2, el canal se estima para cada UD 300 en la SOUDL para cada elemento de antena del nodo de red 100. La interferencia de los UD ya programados debe tenerse en cuenta en la estimación de canal.

En la etapa E3, los UD no programados se seleccionan mediante el uso de una métrica de programación de datos. La métrica de programación de datos se basa en la tasa de datos ponderada con el TSLB.

En la etapa E4, la SOUDL se actualiza al calcular un conjunto de UD en la SOUDL que todavía son semiortogonales a los UD ya programados.

En D2 se determina si quedan UD en la SOUDL y si quedan recursos de frecuencia y tiempo para ser programados para los UD que cumplen con el criterio de semiortogonalidad. Si la respuesta es SI en el cuadro de decisión D2, el algoritmo de programación vuelve a la etapa E2. Si es NO en D2, el algoritmo de programación continúa a la etapa E5.

En la etapa E5 se calculan los precodificadores de formación de haces de fuerza cero (ZFBF) finales para todos los UD programados. Además, el MCS para todos los UD programados y no programados con SINR estima que no se permitirán bajas tasas de datos.

En modalidades adicionales de la presente invención, el CET se transfiere entre diferentes nodos de red en escenarios de transferencia. Por lo tanto, el transceptor 104 del nodo de red 100 se configura además para recibir una tercera señal S3 desde el dispositivo de usuario seleccionado 300 o desde otro nodo de red 100n y la tercera señal S3 indica el CET.

Por lo tanto, la tercera señal S3 puede recibirse desde otro nodo de red 100n en conexión con una transferencia para el dispositivo de usuario seleccionado 300. La transferencia es en este caso desde otro nodo de red 100n al nodo de red 100. La situación inversa también es posible en la que el transceptor 104 del nodo de red 100 se configura además para transmitir una cuarta señal S4 al otro nodo de red 100n en conexión con una transferencia desde el nodo de red 100 al otro nodo de red 100n y la cuarta señal S4 indica el CET. También es posible transferir el CET para el dispositivo de usuario 300 entre diferentes nodos de red en otros escenarios de movilidad para el dispositivo de usuario 300.

La Figura 6 ilustra las modalidades descritas anteriormente. El dispositivo de usuario 300 puede moverse entre las áreas o celdas de servicio (círculos punteados) del nodo de red 100 y 100n, respectivamente. El movimiento del dispositivo de usuario entre las áreas o celdas de servicio se ilustra con la flecha discontinua/de puntos en la Figura 6. En dependencia de si la transferencia es desde o hacia el nodo de red 100, se transmiten las señales S3 o S4. En el caso de que la transferencia sea desde el otro nodo de red 100n al nodo de red 100, la tercera señal S3 se transmite por el otro nodo de red 100n. Sin embargo, si la transferencia es desde el nodo de red 100 al otro nodo de red 100n, la cuarta señal S4 se transmite por el nodo de red 100 al otro nodo de red 100n. En el ejemplo de la Figura 6, las señales S3 y S4 se transmiten a través de una red de conexión por cable de la red de acceso de radio 502. También es posible la transmisión inalámbrica entre los nodos de red 100 y 100n a este respecto, por ejemplo, mediante el uso de una conexión inalámbrica.

Las Figuras 7 y 8 muestran algunos resultados de rendimiento de modalidades de la presente solución en comparación con la solución convencional. La Figura 7 muestra la capacidad de área relativa y la Figura 8 muestra el factor de equidad de Jain.

Al realizar la programación de balizas de dominio de tiempo al azar mediante el uso del programador Round Robin y maximizar el rendimiento al favorecer las mediciones de canal más recientes al programar dispositivos de usuario en el dominio espacial/tiempo/frecuencia en la fase de programación de datos, pueden lograrse ganancias significativas con la presente solución.

Cuando se evaluó el temporizador de validez del CET y el enfoque de programación de datos basado en el tiempo del CET propuesto, se logró una mejora significativa del rendimiento en comparación con la programación tradicional de Proporcional justo (PF) donde la obtención de CSI es independiente de la programación de datos. Además, la equidad de programación medida era bastante cercana entre sí en casos de baja movilidad. En casos de alta movilidad, el algoritmo de programación propuesto era aún más justo. Los resultados de las simulaciones se muestran en la Figura 7 y la Figura 8 con 10 nodos de acceso con 4 antenas de transmisión cada uno. Los nodos de red se colocaron en el centro de una carretera de 6 carriles que forma un área de punto de acceso de 500 m de largo. Se supuso que la densidad de automóviles era de 5 m de largo y con una distancia mínima de 1 m entre sí. Se supuso una distancia de seguridad de 2 segundos entre los automóviles. Por lo tanto, la densidad de automóviles dependía de su velocidad, es decir, en casos de alta velocidad había menos candidatos de programación disponibles para la formación de haces.

En la Figura 7 se muestra el rendimiento del área relativa para diferentes casos de movilidad, velocidades de 3, 10, 50 y 100 km/h, y se usó MU-MIMO (bloques izquierdos - solución actual; bloques derechos solución convencional). Puede observarse que la adaptación del tiempo de coherencia proporciona una ganancia de rendimiento con la selección de dispositivos de usuario de Proporcional justo (PF) para cada caso de prueba de velocidad de dispositivos de usuario, en comparación con la selección de usuario de PF sin adaptación del tiempo de coherencia.

La Figura 8 muestra la equidad de programación medida con el índice de equidad de Jain para diferentes casos de movilidad, velocidades de 3, 10, 50 y 100 km/h (bloques izquierdos - solución actual; bloques derechos solución convencional). Como se muestra en la Figura 8, la equidad de programación puede mantenerse e incluso mejorarse en casos de prueba de mayor velocidad con modalidades de la presente invención.

Un dispositivo de usuario 300, tal como el Equipo de usuario (UE) en LTE, estación móvil, terminal inalámbrico y/o terminal móvil, está habilitado para comunicarse de forma inalámbrica en un sistema de comunicación inalámbrica, a veces también denominado como sistema de radio celular. El dispositivo de usuario también puede denominarse como teléfonos móviles, teléfonos celulares, tabletas informáticas u ordenadores portátiles con capacidad inalámbrica. El dispositivo de usuario 300 en el presente contexto puede ser, por ejemplo, dispositivos móviles portátiles, almacenables en el bolsillo, de mano, compuestos por ordenador o montados en el vehículo, habilitados para comunicar voz y/o datos, a través de la red de acceso de radio, con otra entidad, tal como otro receptor o un servidor. El dispositivo de usuario 300 puede ser una estación (STA), que es cualquier dispositivo que contenga Control de acceso a medios (MAC) conforme a IEEE 802.11 y la interfaz de capa física (PHY) con el medio inalámbrico (WM)

Además, cualquier método de acuerdo con la presente invención puede implementarse en un programa informático con un código de programa, que cuando se ejecuta por un procesador hace que el procesador ejecute las etapas del método. El programa informático se incluye en un medio legible por ordenador de un producto de programa informático. El medio legible por ordenador puede comprender esencialmente cualquier memoria, tal como una ROM (Memoria de solo lectura), una PROM (Memoria de solo lectura programable), una EPROM (PROM borrable), una memoria Flash, una EEPROM (PROM eléctricamente borrable) o una unidad de disco duro.

Además, el experto se da cuenta de que el nodo de red 100 comprende las capacidades de comunicación necesarias en forma de, por ejemplo, funciones, medios, unidades, elementos, etc., para realizar la presente solución. Ejemplos de otros medios, unidades, elementos y funciones son: procesadores, memoria, memorias intermedias, lógica de control, codificadores, decodificadores, igualadores de velocidad, igualadores de desaceleración, unidades de mapeo, multiplicadores, unidades de decisión, unidades de selección, interruptores, entrelazadores, desentrelazadores, moduladores, demoduladores, entradas, salidas, antenas, amplificadores, unidades receptoras, unidades transmisoras, DSP, MSD, codificador TCM, decodificador TCM, unidades de fuente de alimentación, alimentadores de potencia, interfaces de comunicación, protocolos de comunicación, etc. que se disponen adecuadamente entre sí para realizar la presente solución.

Especialmente, los procesadores de los presentes dispositivos pueden comprender, por ejemplo, una o más instancias de una Unidad central de procesamiento (CPU), una unidad de procesamiento, un circuito de procesamiento, un procesador, un Circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un microprocesador u otra lógica de procesamiento que pueda interpretar y ejecutar las instrucciones. La expresión "procesador" puede representar por lo tanto una circuitería de procesamiento que comprende una pluralidad de circuitos de procesamiento, tales como, por ejemplo, cualquiera, algunos o todos los mencionados anteriormente. La circuitería de procesamiento puede realizar además funciones de procesamiento de datos para la entrada, salida y procesamiento de datos que comprenden funciones de almacenamiento de datos y control de dispositivos, tales como control de procesamiento de llamadas, control de interfaz de usuario o similares.

Finalmente, debe entenderse que la presente invención no se limita a las modalidades descritas anteriormente, sino que también se refiere e incorpora todas las modalidades dentro del alcance de las reivindicaciones independientes adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un nodo de red para un sistema de comunicación inalámbrica (500), el nodo de red (100) que comprende:
un procesador (102) configurado para seleccionar al menos un dispositivo de usuario (300) si es válido un Temporizador de estimación de canal, CET, para un canal de radio entre el nodo de red (100) y el al menos un dispositivo de usuario (300); el CET es válido si un valor de temporizador del CET no ha expirado;
en donde el procesador (102) se configura además para programar la transmisión de datos a al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300); y
un transceptor (104) configurado para realizar la transmisión de datos programada a al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300);
en donde el transceptor (104) se configura además para recibir una baliza de estimación de canal que indica una estimación de canal para el canal de radio;
el procesador (102) se configura además para restablecer el valor de temporizador del CET en respuesta a la recepción de la baliza de estimación de canal.

2. El nodo de red (100) de acuerdo con la reivindicación 1,
en donde el procesador (102) se configura además para determinar una tasa de transmisión de balizas de estimación de canal; en donde el transceptor (104) se configura además para transmitir una primera señal S1 a al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300), la primera señal S1 que indica la tasa de transmisión de balizas de estimación de canal.

3. El nodo de red (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2,
en donde el procesador (102) se configura además para determinar el valor de temporizador del CET basado en una tasa de error para la transmisión de datos programada a al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300).

4. El nodo de red (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el valor del temporizador aumenta si la tasa de error está por debajo de una tasa de error umbral.

5. El nodo de red (100) de acuerdo con la reivindicación 3 o 4,
en donde el transceptor (104) se configura además para recibir una segunda señal S2 desde el al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300), la segunda señal S2 que indica la tasa de error.

6. El nodo de red (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
en donde el procesador (102) se configura además para usar una métrica de programación para programar la transmisión de datos a al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300), la métrica de programación que comprende la tasa de datos para la transmisión de datos programada ponderada con el CET o un valor asociado con el CET.

7. El nodo de red (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el transceptor (104) se configura además para recibir una tercera señal S3 desde el al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300) o desde otro nodo de red (100n), la tercera señal S3 que indica el CET.

8. El nodo de red (100) de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la tercera señal S3 se recibe desde el otro nodo de red (100n) en conexión con una transferencia para el al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300) desde el otro nodo de red (100n) al nodo de red (100).

9. El nodo de red (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el transceptor (104) se configura además para transmitir una cuarta señal S4 al otro nodo de red (100n) en conexión con una transferencia para el al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300) desde el nodo de red (100) al otro nodo de red (100n), la cuarta señal S4 que indica el CET.

10. El sistema de comunicación inalámbrica (500) que comprende al menos un nodo de red (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

11. Un método para un sistema de comunicación inalámbrica (500), el método (200) que comprende:
seleccionar (202) al menos un dispositivo de usuario (300) si es válido un Temporizador de estimación de canal, CET, para un canal de radio entre el nodo de red (100) y el al menos un dispositivo de usuario (300); el CET es válido si un valor de temporizador del CET no ha expirado;
programar (204) la transmisión de datos a al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300); realizar (206) la transmisión de datos programada a al menos un dispositivo de usuario seleccionado (300); en donde el método (200) comprende, además:
recibir una baliza de estimación de canal que indica una estimación de canal para el canal de radio; restablecer el valor de temporizador del CET en respuesta a la recepción de la baliza de estimación de canal.

12. Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan por un ordenador, llevan a cabo las etapas del método de acuerdo con la reivindicación 11.

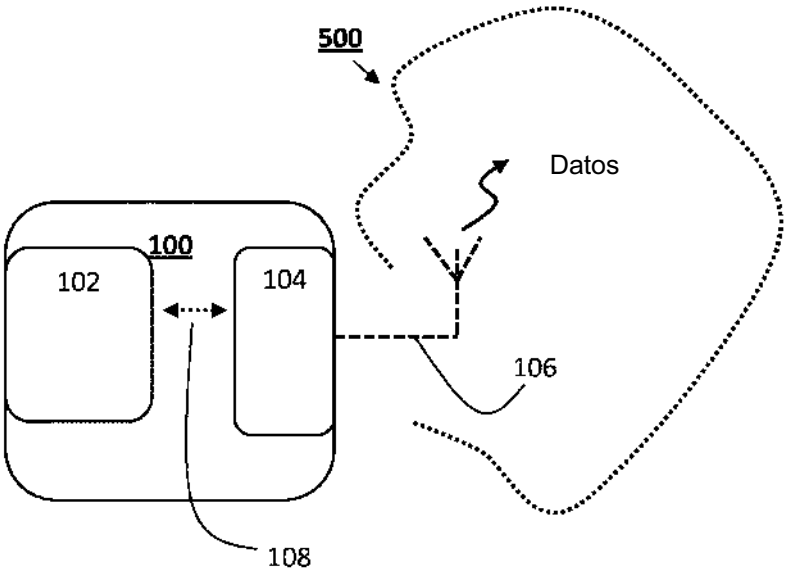

Figura 1

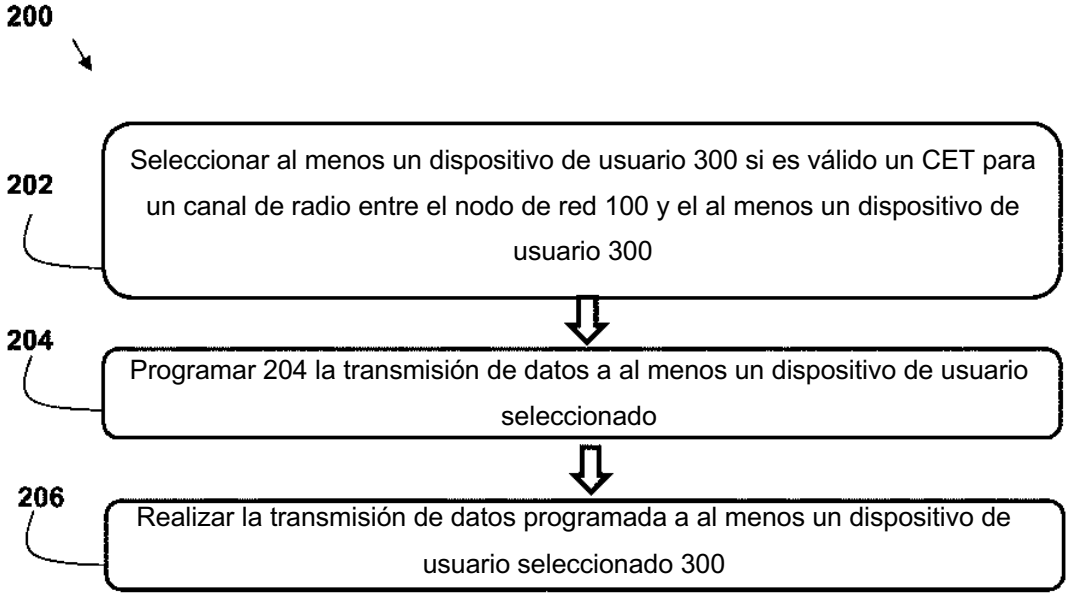

Figura 2

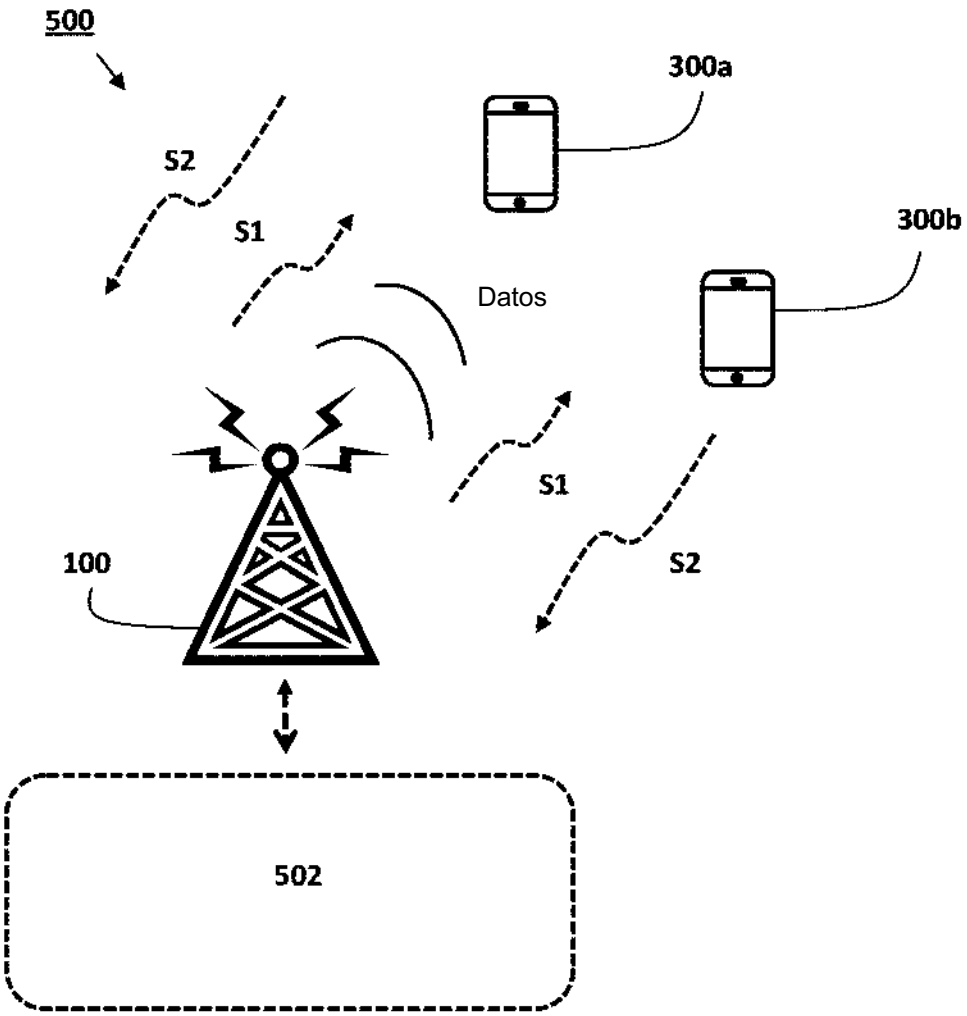

Figura 3

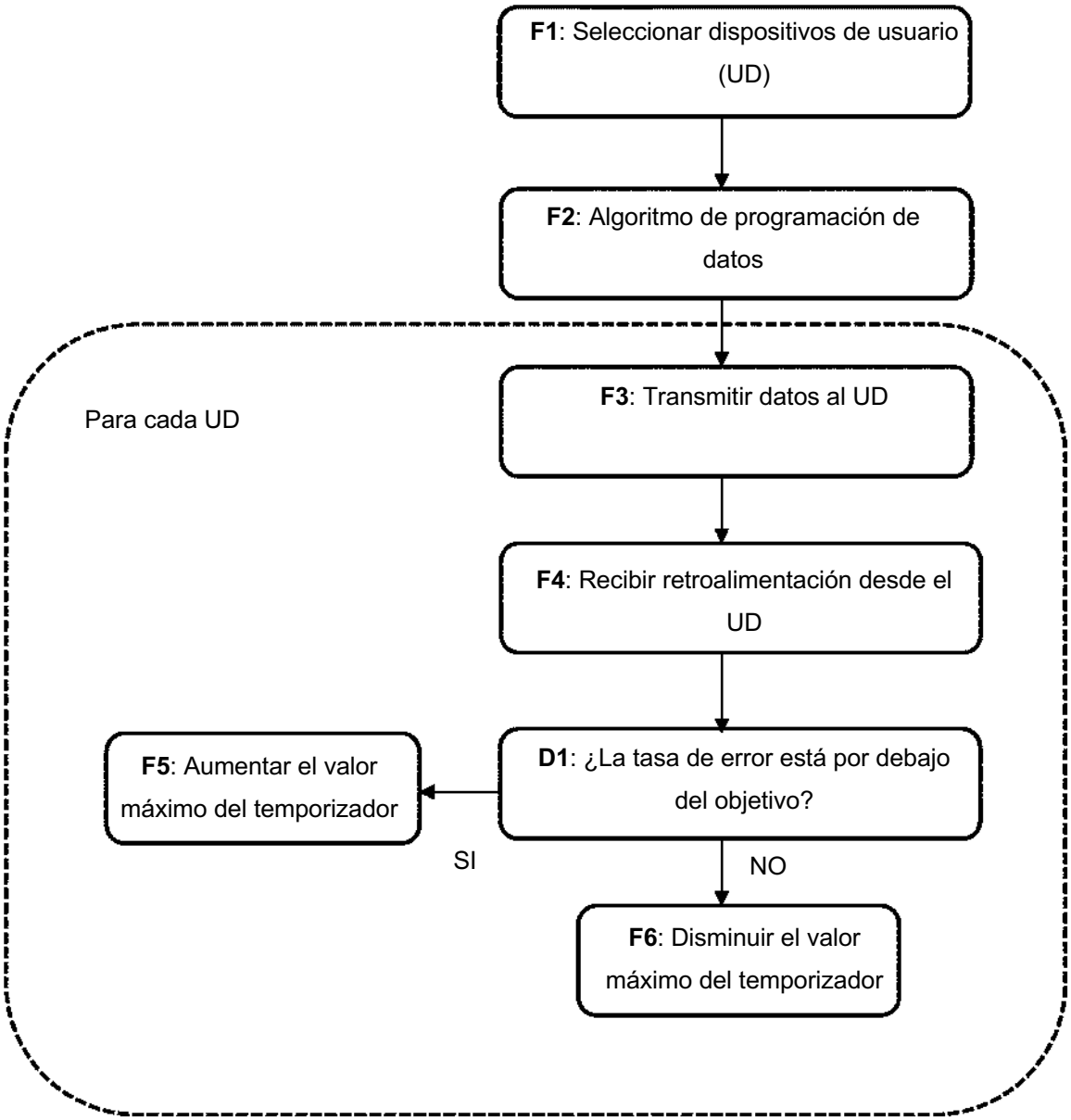
F1: Seleccionar dispositivos de usuario (UD)
F2: Algoritmo de programación de datos
Para cada UD
F3: Transmitir datos al UD
F4: Recibir retroalimentación desde el UD
D1: ¿La tasa de error está por debajo del objetivo?
F5: Aumentar el valor máximo del temporizador
SI
NO
F6: Disminuir el valor máximo del temporizador

Figura 4

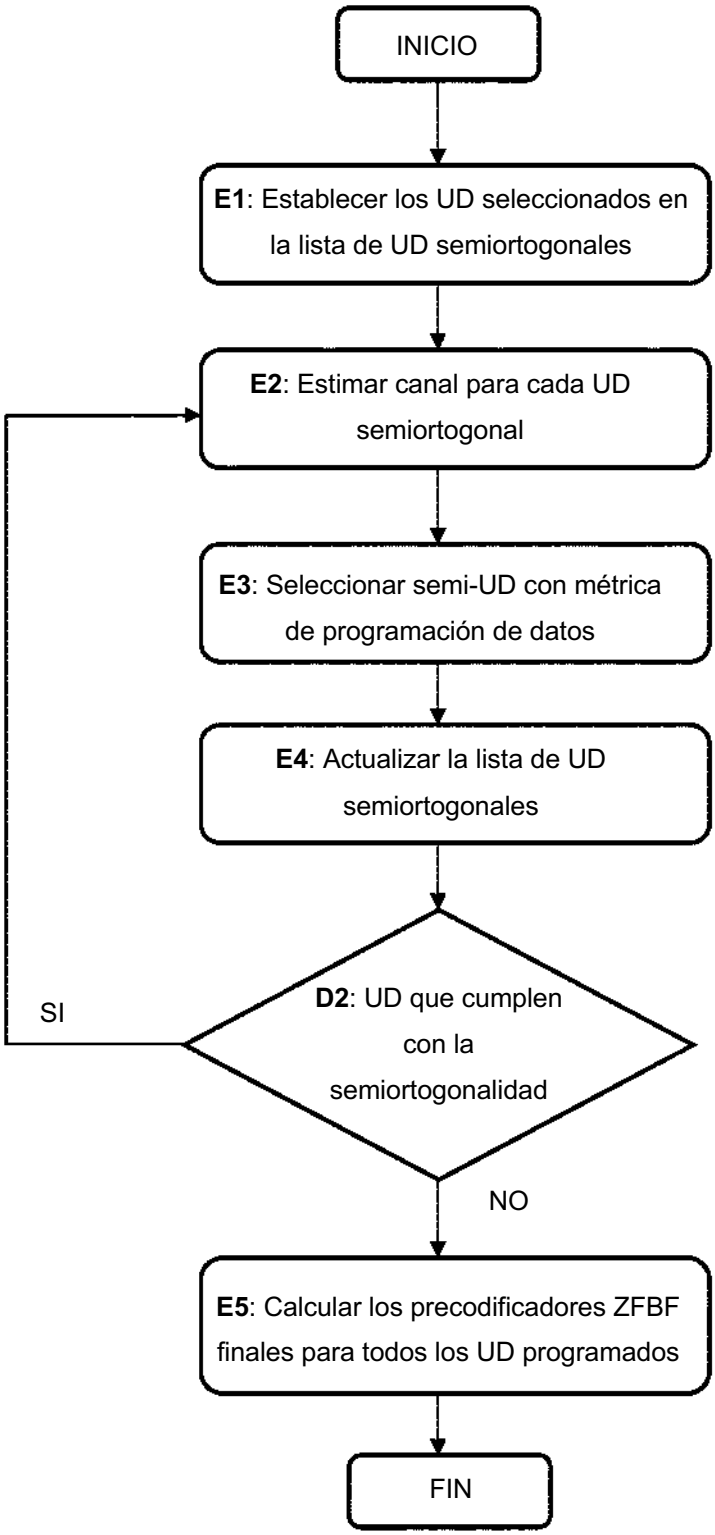
INICIO
E1: Establecer los UD seleccionados en la lista de UD semiortogonales
E2: Estimar canal para cada UD semiortogonal
E3: Seleccionar semi-UD con métrica de programación de datos
E4: Actualizar la lista de UD semiortogonales
D2: UD que cumplen con la semiortogonalidad
SI
NO
E5: Calcular los precodificadores ZFBF finales para todos los UD programados
FIN

Figura 5

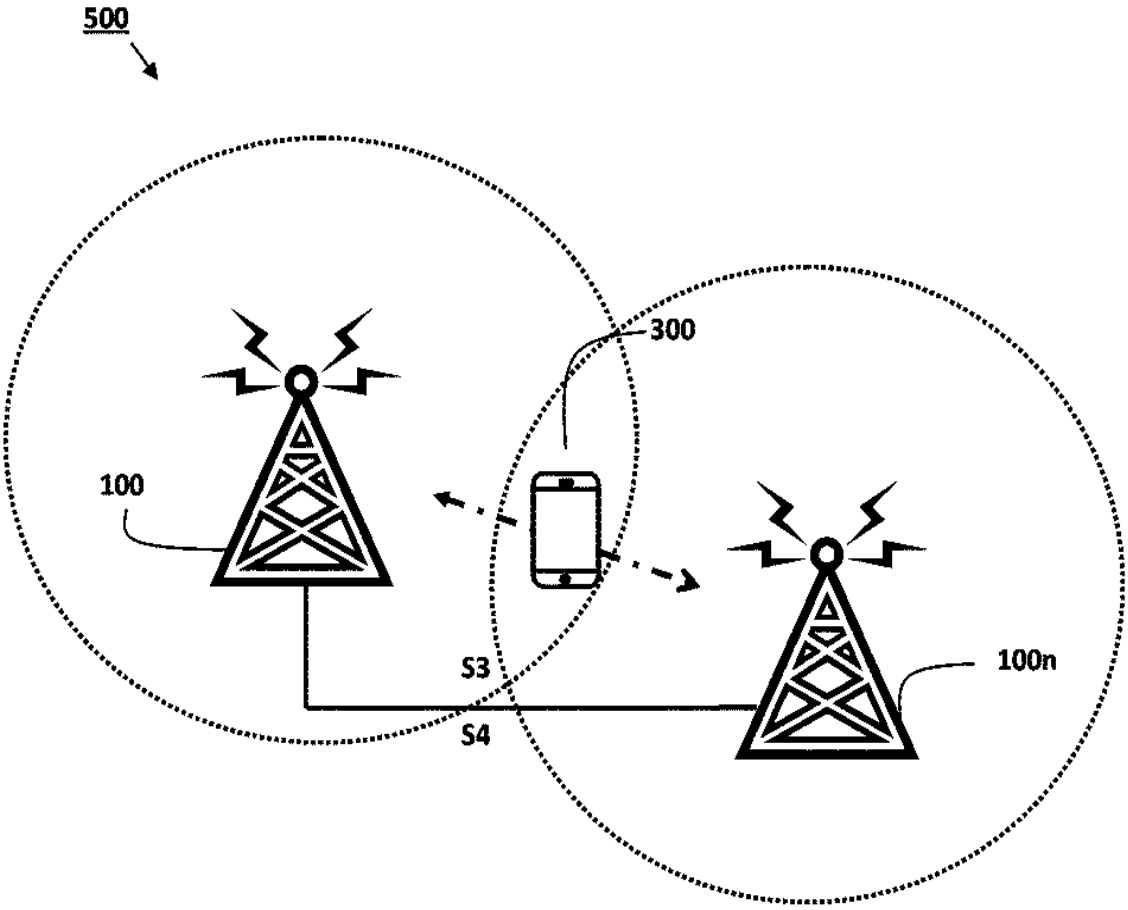

Figura 6

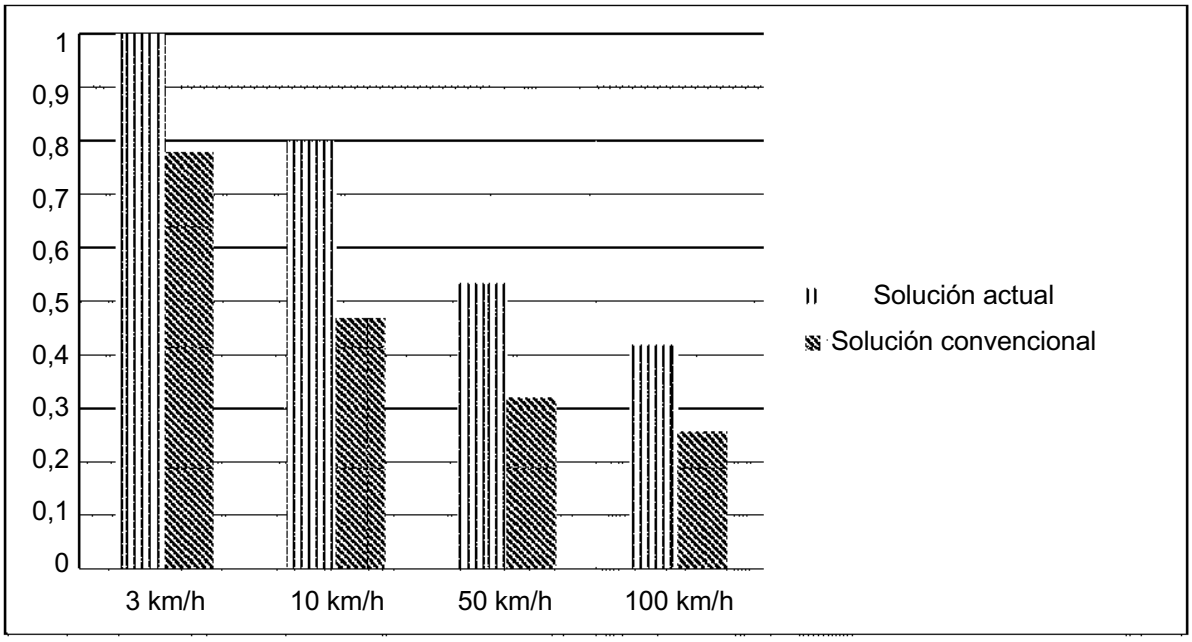

Figura 7

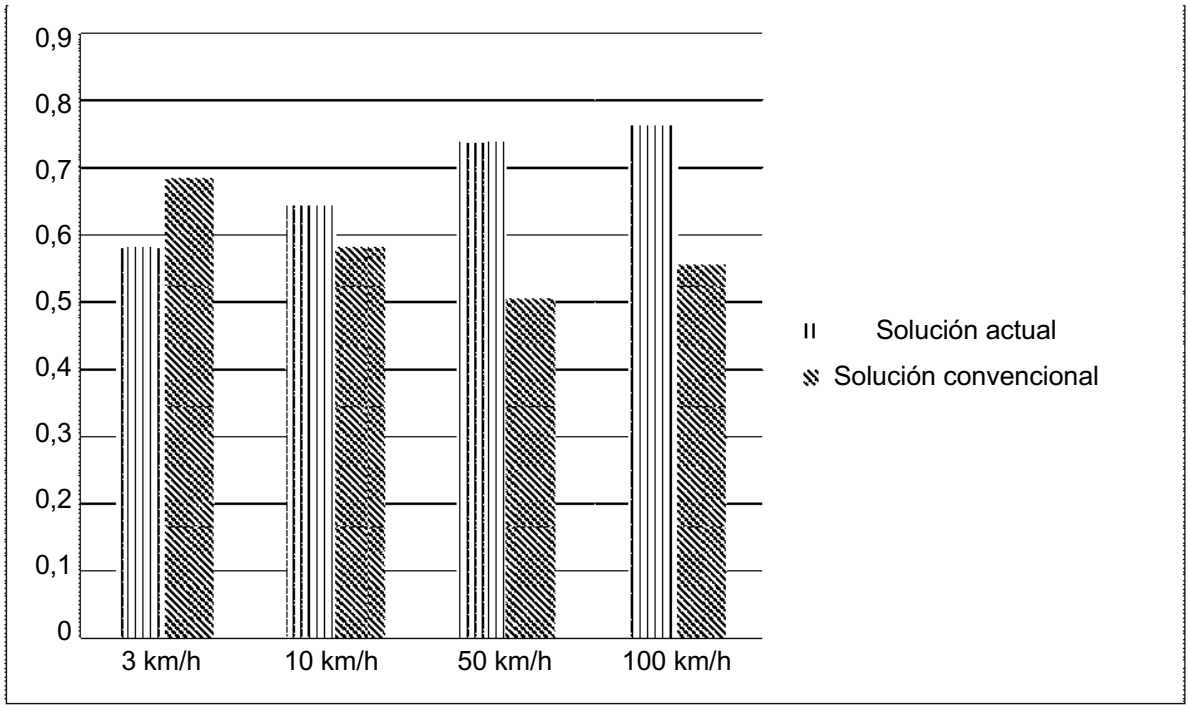

Figura 8